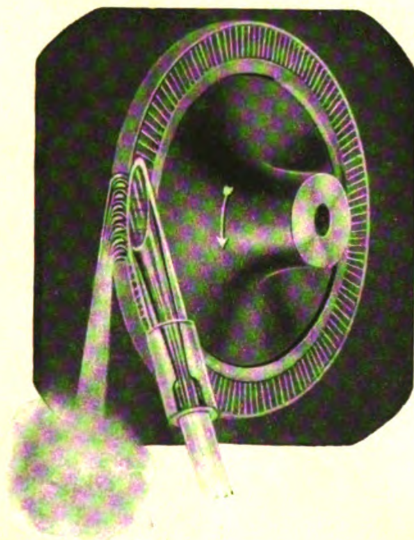
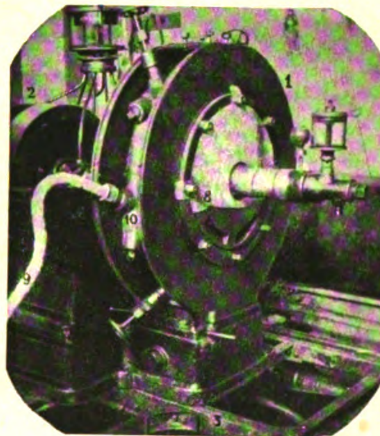
   L. GUSSALLI

SI PUÒ GIÀ TENTARE UN VIAGGIO DALLA TERRA ALLA LUNA?

RELAZIONE DI ESPERIENZE ESEGUITE COI PROPULSORI A DOPPIA REAZIONE     

ALTRE ESPERIENZE: Nuovo processo per la stereoscopia diretta – Bombe da fucile – L'automobile ippico nello sport . . . .





SOCIETÀ EDITRICE LIBRARIA

ROMA  MILANO  NAPOLI

ING. LUIGI GUSSALLI

SI PUÒ GIÀ TENTARE UN VIAGGIO DALLA TERRA ALLA LUNA?

RELAZIONE DI ESPERIENZE
ESEGUITE COI PROPULSORI A DOPPIA REAZIONE

Altre esperienze:

NUOVO PROCESSO PER LA STEREOSCOPIA DIRETTA
BOMBE DA FUCILE
L'AUTOMOBILE IPPICO NELLO SPORT

17 illustrazioni



SOCIETÀ EDITRICE LIBRARIA
MILANO (16) - VIA AUSONIO, 22
1923

Di prossima pubblicazione

Dello stesso Autore:

LE AUTOMOBILI ANFIBIE

Tipografia E. BELLASIO e C. — MILANO, Via Daniele Crespi, 7.

PREFAZIONE

Vi riferisco quello che ho potuto raccogliere da sorgenti disparate e quello che ho aggiunto io per risultati di esperienze.

Questo lavoro ha l'intendimento di *indirizzare* ed *incominciare*, e ne sarò ben soddisfatto se un mio indirizzo non esatto potrà suscitarne uno esatto: accordatemi la buona intenzione.

ING. LUIGI GUSSALLI.

Nel gennaio del 1923

Brescia, Via Monte Suello, 18

122

INDICE DELLE MATERIE

SI PUO' GIA' TENTARE UN VIAGGIO DALLA TERRA ALLA LUNA?

ALTRE ESPERIENZE:

SI PUÒ GIÀ TENTARE UN VIAGGIO DALLA TERRA ALLA LUNA?

RELAZIONE DI ESPERIENZE ESEGUITE COI PROPULSORI A DOPPIA REAZIONE

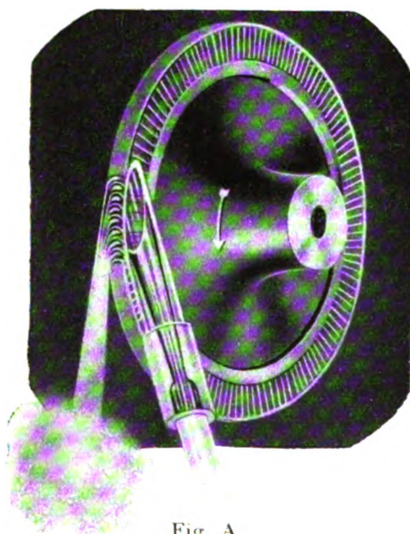


Fig. A

Veduta prospettica della ruota di un propulsore a doppia reazione.

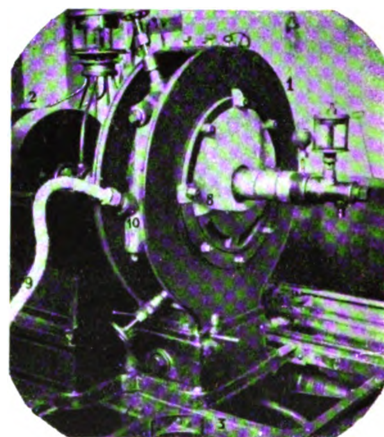


Fig. B

Propulsore a doppia reazione per esperienze.

QUESTO PROPULSORE È LA MACCHINA INVERSA DELLA TURBINA DE LAVAL (vedi pag. 18).

CAPITOLO PRIMO

Generalità

Per aspera ad astra.

Evitiamo il tradizionale contorno fantastico e limitiamoci allo studio dei mezzi che possiamo per ora fissare come indici della possibilità di uscire dal nostro pianeta.

1. — Generalità sui propulsori a reazione. — I propulsori a reazione sono degli apparecchi che utilizzano la forza prodotta dalla proiezione ad altissima velocità di una data massa di materia in direzione opposta al movimento che si vuol ottenere, in modo da comunicare all'apparecchio di grande massa sul quale sono fissati una velocità relativamente inferiore.

Caratteristica di questi propulsori è il comunicare una spinta costante all'apparecchio qualunque sia la velocità alla quale esso si muove.

Questi apparecchi funzionano indipendentemente dal fluido nel quale sono immersi: essi funzionano anche nel vuoto.

Ce ne danno caratteristici esempi: la mitragliatrice che rincula anche nel vuoto, le turbine a reazione del tipo Nernst che non hanno bisogno dell'aria per funzionare ed i razzi

per mezzo dei quali degli studiosi tentano dei sondaggi al di là dell'atmosfera.

Citiamo come esempio di questi propulsori il tipo Mélot (fig. 1) perchè è uno dei più recenti ed è stato seriamente controllato dal Conservatorio d'Arti e Mestieri di Parigi.

È destinato a sostituire il gruppo motore elica degli aereoplani, quindi non appartiene alla categoria dei propulsori a reazione adatti a funzionare fuori dell'atmosfera.

Come si vede dalla figura, il combustibile (benzina, petrolio ecc.) ed il comburente (aria) sono condotti sotto pressione fino al bruleur; nella camera di combustione *A* a pareti refrattarie la combustione avviene in modo continuo ed i gaz combusti sono scaricati nelle trombe coniche dal un ugello, con una velocità di circa 1.500 metri al secondo. — Queste trombe aspirano aria esterna in quantità sufficiente per generare nel tubo di espansione *B* una massa dotata di conveniente velocità, così da esercitare per reazione diretta, allo scarico uno sforzo di propulsione nel senso della freccia *y*.

L'apparecchio sperimentato sviluppava circa 30 HP. per una velocità relativa a 50 metri al secondo; lo sforzo di trazione era quindi di circa 45 chili.

Altri tipi di propulsori a reazione, vennero esperimentati con successo (è noto il tipo Coanda) ma quasi tutti utilizzano la reazione di una massa d'aria alla quale viene impressa una forte velocità.

Attualmente non esistono in pratica propulsori a reazione diretta, completamente indipendenti dal fluido ambiente e, malgrado i tentativi che si sono fatti in tutti i tempi, sono per ora unici campioni del genere i razzi per mezzo dei quali degli arditi studiosi ritengono sia possibile uscire dalla Terra ed arrivare ad altri mondi. — Sono noti infatti gli studi dell'Ing. Esnault Pelterie, per inviare dei razzi al nostro satellite, e gli studi simili più recenti corredati da interessanti esperienze del Prof. Goddard. A tali studi accenneremo in seguito.

La navigazione negli spazi è argomento nuovo ed attraente e le esperienze che abbiamo eseguite ci confermano che non

appartiene al campo delle utopie ma delle possibilità. Tratteremo l'argomento mantenendoci scrupolosamente nel campo delle possibilità e ritenendo possa interessare chiunque, ci atterremo ad una descrizione semplice e facile.

Facciamo precedere delle nozioni generali e delle osservazioni che serviranno di spiegazione e d'appoggio allo studio del propulsore.

2. — Velocità di emissione necessaria. — Il peso del combustibile necessario al funzionamento di un propulsore a reazione cresce in modo proporzionale alla velocità di scarico dei gas, mentre la spinta utilizzabile sull'ugello cresce come il quadrato di tale velocità. È quindi evidente quanto sia vantaggioso per un propulsore a reazione l'aumentare il più possibile tale velocità.

Questo è ammesso dai più autorevoli studiosi in materia di propulsori a reazione, ma c'interessano in modo più diretto le conclusioni che su tale materia traggono il Depréz ed il Goddard.

La teoria enunciata da Marcel Depréz ritiene « essere indifferente il modo con cui produrre una corrente opposta al moto se questa è utilizzata per reazione, e che il massimo rendimento lo si ottiene quando la corrente d'uscita ha una velocità doppia di quella che si suol raggiungere ».

Di maggior interesse e più persuasivi, per quanto riguarda i vantaggi che danno le altissime velocità di scarico, sono gli studi e le esperienze del prof. Robert Goddard pubblicati nel suo recente libro « A Method of. reaching extreme altitudes by Robert Goddard ». (1)

Dai razzi comuni che hanno una velocità di scappamento di circa metri 280 al secondo, un rendimento dell'1,86 % e

(1) Riportiamo dalla *Scienza per Tutti*, Ottobre 1921, art. di A. M. Repetto, e da riviste francesi.

non raggiungono altezze superiori ai 200 metri, il prof. Goddard è passato ad esperienze di grande importanza con razzi speciali, colla camera in acciaio, con ugello conico e carichi di polvere sul tipo della Cheddite.

Con una polvere da cartucce da pistola il Goddard ha potuto ottenere una velocità di scappamento dei gas compresa tra i 1585 e gli 1909 metri al secondo e colla polvere « Infaillible » ha ottenuto una velocità tra i 1704 e i 2154 metri al secondo. Con un razzo perfezionato ha potuto raggiungere la velocità di scappamento di m. 2434 al secondo con un rendimento del 60 %. Elevatissimo rendimento, in confronto a quello di ogni altro motore, risultante dall'altissima velocità.

Con una soluzione approssimata il Prof. Goddard ha potuto stabilire che « quando i gas di scappamento abbiano una velocità superiore ai 2000 metri al secondo, basta per la propulsione del razzo una quantità di polvere piccola, quando la velocità sia invece inferiore il peso della polvere necessario aumenta rapidamente ».

Le varie opinioni citate portano quindi alla conclusione che *un propulsore a reazione, per essere effettivamente utilizzabile, deve raggiungere una velocità di emissione dei gas di circa 2000 metri al secondo.*

3. — PRESSIONE INTERMEDIA DI REGIME. — La continuità dell'emissione può essere nociva al rendimento dei propulsori a reazione, perchè rende difficile il mantenere una forte pressione nell'interno della camera di combustione se il foro di scarico è grande e la pressione alta e perchè permette che si crei al collo dell'ugello una pressione intermedia di regime assai bassa e quindi di cattivo rendimento.

L' Ing. Ventou-Duclaux dice che questa pressione intermedia potrebbe essere eliminata con una serie di rapidissime aperture e chiusure e colla riunione di molti propulsori alternati.

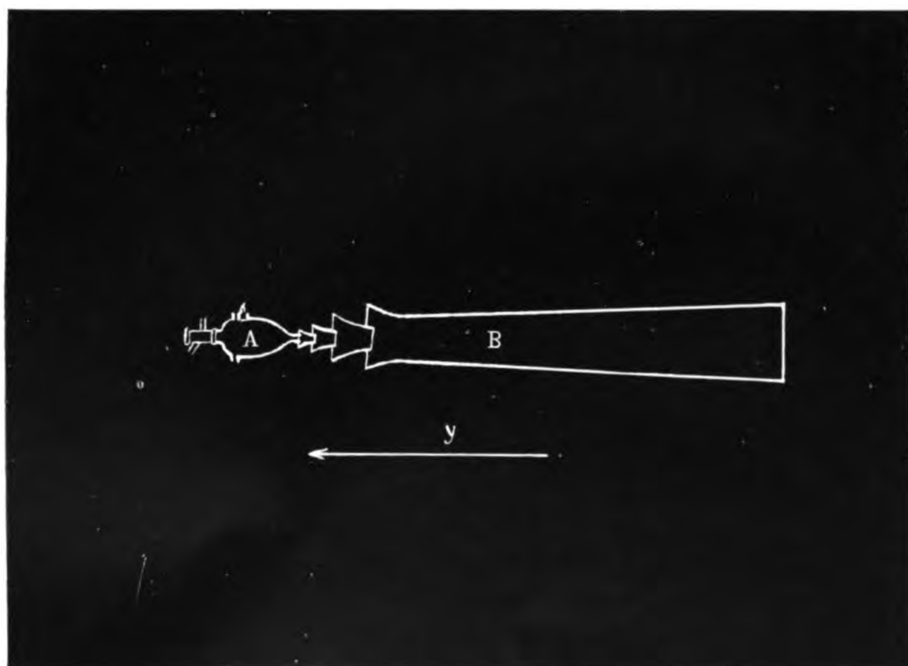


Fig. 1. — Propulsore Mélot.

4. — RESISTENZA DEI FLUIDI ALLE ALTISSIME VELOCITÀ. — I manuali di Fisica insegnano che la resistenza offerta dall'aria al corpo in moto o viceversa la pressione in senso contrario al moto esercitata dall'aria in movimento su un corpo fermo crescono in proporzione al quadrato della velocità.

Questo non è esatto perchè la balistica prova che per le più alte velocità la resistenza dell'aria cresce in misura superiore. Rileviamo infatti che approssimativamente la resistenza dell'aria cresce come il quadrato della velocità fino a che questa non supera i 243 metri al secondo, come il cubo all'incirca per velocità comprese fra i 304 e 618 metri al secondo; in proporzioni non ben precisate ma determinate esperimentalmente per velocità diverse dalle predette.

Si vede chiaramente che queste regole non sono ancor ben definite, solo risulta evidente l'enorme aumento della resistenza dell'aria quando la velocità cresce oltre dati limiti.

Questo vale non solamente per l'aria ma anche per gli altri gas.

5. — LA RIGIDITÀ DEI FLUIDI E DELLE MATERIE FLESSIBILI. — Accenniamo brevemente a degli interessanti e strani effetti delle altissime velocità, perchè presentano dei caratteri che interessano lo studio che segue sui propulsori, effetti riscontrati e studiati sperimentalmente e che la teoria non può ancora ben precisare.

Le materie flessibili, plastiche e fluide quando modifichiamo le condizioni di quiete nelle quali le usiamo comunemente, assumono una rigidità e durezza che si può paragonare a quella dei metalli più duri: queste sostanze molli non si lascieranno intaccare neppure dall'acciaio ma saranno esse che l'intaccheranno, perchè *basta che un corpo sia animato da una altissima velocità perchè manifesti un'energia enorme.*

Hanno fatto ampi studi ed esperienze su questa questione dei fisici insigni quali M. Bernard Bruhnes, Lord Kelvin e si possono riferire interessanti esempi di questa rigidità.

Se si colloca un disco di carta fra due dischi di cartone più piccoli, in modo che il disco di carta sporga regolarmente dal cartone, e si monta tale apparato sull'asse di un ventilatore che supera i 2000 giri, otterremo una reale sega circolare senza denti. Si può con essa tagliare asticciole di legno e temperare matite: questo per l'azione della velocità sulla carta.

Un fatto simile si riscontra nelle officine dove spesso si usano dei dischi metallici, ma di metallo poco rigido e duro per segare dei grandi pezzi d'acciaio di grande durezza: certo avviene che il metallo si riscalda moltissimo e questo ne diminuisce la durezza, ma egualmente si riscontra l'altissimo effetto della velocità per la rigidità del disco.

Un'esperienza interessante sulla rigidità dei liquidi è stata eseguita in un'officina idroelettrica, su una tubazione d'acqua ad alta pressione. Con una derivazione apposita venne fatto sortire un getto d'acqua con la fortissima velocità di 100 metri al secondo. Un uomo forte non riuscì a tagliare questo getto d'acqua con un vigoroso colpo di spada.

È interessante questa esperienza che mostra come la velocità apporti ad un liquido la resistenza di una materia solida.

CAPITOLO SECONDO

Propulsori a doppia reazione

6. — DESCRIZIONE. — Abbiamo iniziato delle esperienze con un tipo di propulsore che per le sue caratteristiche abbiamo definito *a doppia reazione*.

Il principio del propulsore a doppia reazione *consiste nel far agire le palette di una ruota mobile da turbo ventilatore, dotate della massima velocità periferica possibile, su un getto di gaz animato della più alta velocità raggiungibile, per ottenere sul propulsore la più intensa reazione* (sistema L. Gussalli).

Schematicamente il propulsore a doppia reazione è composto (fig. 2): di una camera di combustione *G*, provvista dell'ugello conico di espansione *A*. Questa camera effettua la ammissione del combustibile da *n* del comburente da *m* e l'accensione in *p*.

Di una ruota mobile a palette *B*, capace di sopportare una velocità periferica di 450 metri al secondo, simile per costruzione alla ruota delle turbine a vapore De Laval.

Di un motore *M*, provvisto del moltiplicatore di velocità *N* che fa ruotare la ruota mobile *B* ad un'altissima velocità secondo la direzione *h*.

Il propulsore funziona nel modo seguente: La camera di combustione *G* scarica dall'ugello *A* i gaz ad altissima velocità sulle palette della ruota *B*. Questa ruota, al contrario di quanto avviene nelle turbine a gaz, vien fatta ruotare ad altissima velocità dal motore *M* in senso inverso alla direzione del gaz,

3

ed ha per risultato, come avviene nei turbo-ventilatori, di aumentare la velocità d'uscita del gaz.

Si vede che la velocità finale dello scarico è data da due sorgenti diverse e cioè dal generatore a pressione *G* e dalla ruota mobile *B*, per comunicare al fluido un'energia cinetica che la sola espansione non arriva a comunicare. Abbiamo dunque uno scarico di gaz ad altissima velocità che effettua la propulsione diretta dell'apparecchio nella direzione *e*, e cioè in senso contrario alla direzione d'uscita dei gaz *d*.

Questo propulsore è la macchina inversa della turbina De Laval (vedi pag. 8, Fig. A-B).

7. — Velocità di emissione. — Per analogia coi turbo ventilatori si vede che, se il gaz ha la velocità massima che si può raggiungere con un generatore a pressione e la paletta la velocità lineare massima che si può raggiungere meccanicamente, *otterremo una velocità finale di emissione* (e cioè la risultante V_1 nella fig. 3) *che non può essere raggiunta con nessun altro propulsore meccanico.*

Se ad esempio il gaz alla bocca dell'ugello raggiungerà la velocità di 1500 metri al secondo, come nel propulsore Melot, e la ruota mobile la velocità lineare delle turbine De Laval, si raggiungerà una velocità finale di scarico di circa 2100 metri al secondo ed anche una velocità superiore se l'apparecchio verrà costruito molto accuratamente.

Quindi con questo propulsore a gaz si possono raggiungere le velocità di emissione già indicate dei più potenti razzi. Ed osserviamo che veniamo a soddisfare alla precipua delle teorie del Ventou Duclaux, Depréz, Goddard e dei più insigni studiosi della propulsione diretta (vedi N. 2) teorie che si possono riassumere nelle conclusioni pratiche del Prof. Goddard che insegnano che per la propulsione diretta basta una quantità di combustibile piccola quando i gaz di scarico abbiano una velocità superiore ai 2000 metri al secondo e che invece il peso del combustibile necessario aumenta rapidamente quando la velocità sia inferiore.

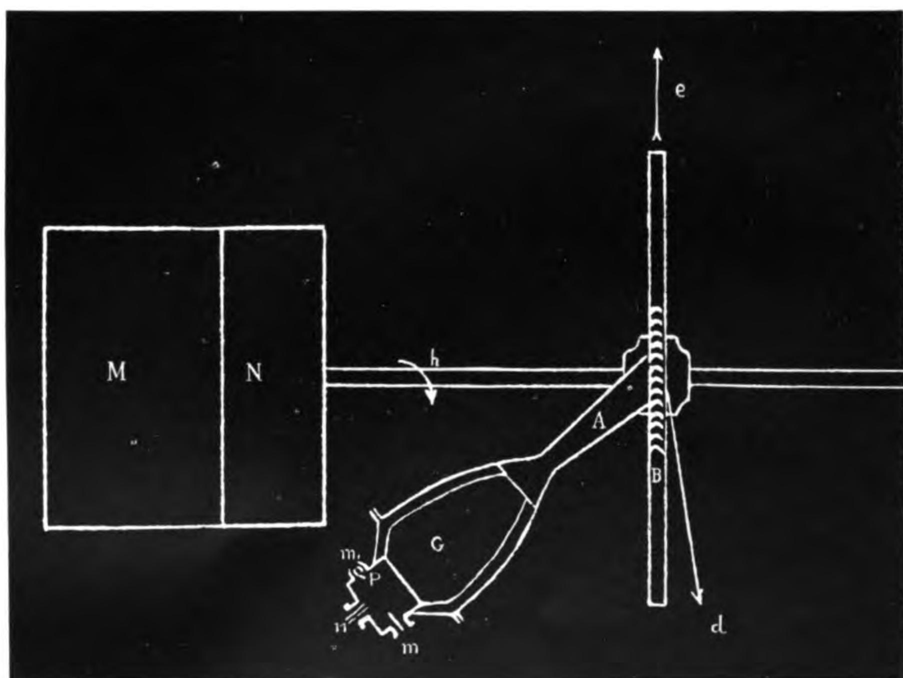


Fig. 2. — Propulsore Gussalli (a doppia reazione).

8. — Massima deviazione di un getto. — Esaminiamo le variazioni imposte al fluido nei canali interni. Se si suppone (fig. 3) che l'ugello scarichi i gaz ad alta velocità sulle palette AB della ruota mobile e che questa sia immobilizzata, avverrà che i gaz usciranno dall'apparecchio secondo la tangente u_1 al punto d'uscita delle palette e l'apparecchio sarà sollecitato a muoversi in senso contrario a questa direzione dalla sola forza di reazione prodotta dal generatore G, così come se fosse il solo generatore G che funzionasse nello spazio coll'ugello rivolto nella direzione u_1.

Avremo quindi per ora un effetto uguale a quello di un propulsore a reazione semplice. Facciamo ora entrare in funzione la ruota mobile: Le palette di questa ruota muovendosi in senso contrario alla direzione del fluido l'investiranno coll'altissima velocità risultante dalle due velocità contrarie del gaz e delle palette; poi la direzione del getto di gaz verrà deviata dal profilo interno della paletta secondo l'angolo più grande possibile in un tempo brevissimo. Il gaz esce poi dalla paletta dopo aver ricevuta anche l'energia meccanica del motore senza urto od altre sensibili perdite.

Esaminiamo il momento nel quale avviene la deviazione del gaz, cioè quando la direzione del fluido sulla paletta cambia segno: Per la composizione del movimento della paletta contrario a quello del fluido si vede che la traiettoria assoluta del gaz, sarà diversa da quella relativa sulla paletta e che cioè il gaz percorrerà una curva tanto più stretta e tanto più veloce quanto maggiore sarà la velocità della ruota. Dalla fig. 3, nella quale AB rappresenta una paletta, V, la velocità di entrata del gaz nei canali mobili tangente ad A, u la velocità di rotazione della ruota, u_1 la velocità del gaz tangente alla paletta in B, e V_1 la velocità assoluta dei gaz all'uscita delle palette, cioè la risultante delle velocità u ed u_1, risulta evidente che ogni aumento della velocità u della ruota diminuisce l'angolo β che la risultante V_1 fa col piano di rotazione della ruota, e che quindi tale aumento di velocità aumenta l'angolo di distorsione γ del gaz.

Ne consegue che, siccome il getto di gaz ha la velocità

massima che si può raggiungere con un generatore a pressione (cioè di circa 1500 metri al secondo) e la paletta la velocità lineare massima che si può raggiungere meccanicamente (cioè di circa 500 metri al secondo) *otterremo una massima deviazione del getto fluido, e cioè quasi l'inversione completa nella frazione di tempo e di spazio più breve che può essere raggiunta con un sistema meccanico.*

È evidente che questa fantastica rapidità di deviazione deve dar luogo a delle manifestazioni simili a quelle descritte al N. 5, sulla rigidità dei fluidi e delle materie flessibili, e che cioè dovremo arrivare ad ottenere delle reazioni come se le palette della ruota prendessero appoggio non su un gaz, ma su un corpo quasi solido e resistente, atto a servire di punto d'appoggio per la propulsione nello spazio.

La reazione prodotta da questa distorsione del getto all'incontro di queste velocità non può essere calcolata perchè presenta troppe incognite, nè ad esempio ci possono più servire le regole generali usate pel calcolo dei turbo ventilatori a reazione che considerano la pressione proporzionale al quadrato della velocità periferica della ruota mobile. Infatti se consideriamo la paletta che batte il fluido (che corre all'incontro), colla velocità molto superiore di una palla da fucile, riteniamo ben opportuno un raffronto tra la pallottola del fucile che incontra l'aria e la devia coll'ogiva curva in modo da diminuire l'urto dell'aria e la nostra paletta che incontra il gaz e lo devia di un angolo ben superiore, ma sempre senza urto diretto sul fluido. Diviene allora una conseguenza logica il richiamare quanto abbiamo detto al N. 4 sulla resistenza dell'aria al moto dei proiettili e cioè che essa cresce per la loro velocità come il quadrato, come il cubo, come una proporzione crescente e non definita della velocità del proiettile e di ritenere che anche la pressione sull'interno della paletta crescerà con tali enormi misure. E perchè in modo simile non crescerà anche lo sforzo di trazione che è appunto quello a cui tende il nostro lavoro? Riteniamo che potremo presto riuscire a misurare sperimentalmente la potenza utile prodotto dal propulsore a doppia reazione, non come effetto di una

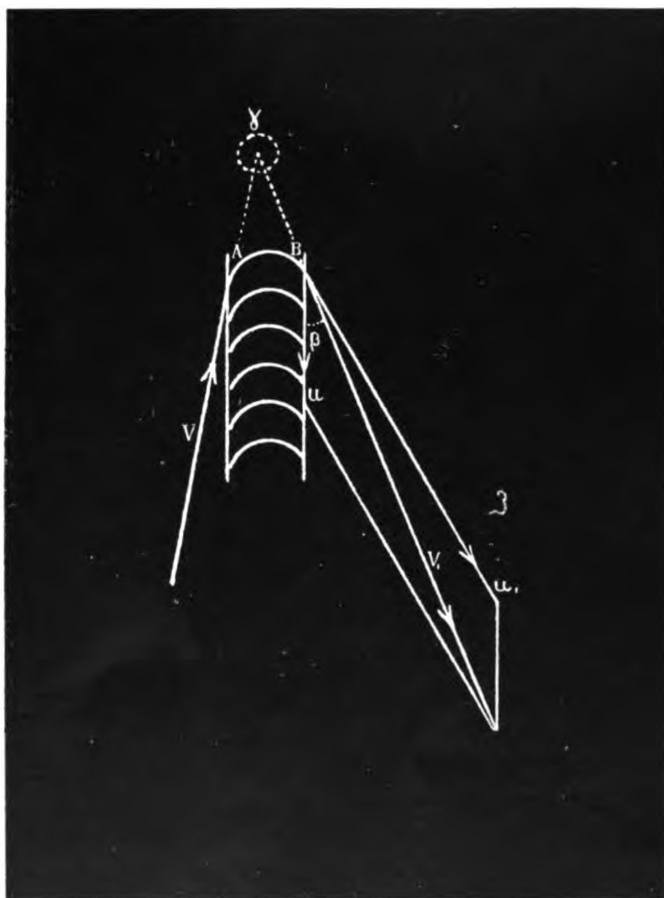


Fig. 3. — Massima deviazione di un getto.

reazione della emissione, ma come una reale contropressione sull'apparecchio senza la caduta alla pressione intermedia di regime (cosa non raggiunta coi propulsori a reazione semplice: vedi N. 3) e che avremo un perfetto sistema di propulsione per la navigazione nello spazio, con un buon rendimento anche per le piccole velocità essendo già ammesso che per le altissime velocità il rendimento è buono nei sistemi a propulsione diretta.

9. — Massima deviazione e forza viva. — Si può anche rappresentare l'intensità dello sforzo di trazione di un propulsore a doppia reazione con un'altro metodo molto semplice e rappresentativo:

Il raggio di curvatura della paletta è approssimativamente di m/m. 5, quindi relativamente piccolo, ma il getto fluido nel punto di massima distorsione. dove la direzione del getto cambia segno, descrive una curva di raggio assai minore, curva che si restringe continuamente man mano che aumenta la velocità della ruota mobile. Questa curva percorsa ad altissima velocità dal getto sopporta una reazione continua della forza centrifuga. L'intensità di tale reazione è proporzionale al quadrato della velocità v del fluido ed inversamente proporzionale al raggio r della curva percorsa del fluido, secondo la $F=M\frac{v^2}{r}$ dove per semplicità si rappresenta il fluido come un corpo di massa M. Ma la velocità assoluta del fluido, risultante dalle due velocità del fluido e della paletta, è la massima praticamente raggiungibile ed il raggio di curvatura può divenire piccolissimo per quanto abbiamo detto.

Quindi risulta evidente che questo è il caso più favorevole di utilizzazione della massima intensità della forza centrifuga perchè si approfitta della massima velocità che un sistema meccanico può imprimere ad una massa e la si sottopone ad un raggio di curvatura minimo. Il numeratore della

formula $F = M \frac{v_2}{r}$ diviene grandissimo ed il denominatore minimo e si può trascurare, quindi resta disponibile la massima intensità della forza viva per la propulsione.

Il metodo rappresenta anche l'utilizzazione più perfetta della velocità per economizzare la massa della quale occorre raggiungere il minimo consumo. Per questo abbiamo fatto accenno alla teoria einsteiniana al N. 13.

10. — Modifiche pratiche. — Come in tutte le turbo macchine molte variazioni si possono portare al movimento del fluido nei canali secondo i diversi criteri da cui si parte.

E così le variazioni di velocità e pressione, sensibilissime specialmente dove la direzione del getto fluido cambia di segno e la linea di distorsione del fluido, si possono regolare a seconda del profilo delle palette, dell'angolo d'ingresso ed uscita del fluido, delle sezioni dei canali mobili, del rapporto tra la velocità della ruota e quella del fluido. Egualmente si dica per l'applicazione di palette fisse di direzione ed espansione residua allo scarico.

Parimenti, affinchè non avvenga che il fluido, dopo uscito dall'ugello, subisca un nuovo aumento di temperatura per l'azione della ruota mobile, bisognerà per analogia coi turbo compressori, costruire la ruota mobile assai accuratamente, per cercare di eliminare il bisogno di altri sistemi di raffreddamento. La teoria dei turbo compressori insegna che la macchina perfetta è quella che effettua il lavoro senza comunicare del calore al fluido: naturalmente a questo ci si può solo avvicinare.

Ci siamo dovuti attenere ad un metodo di spiegazione che può sembrare poco scientifico, ma lo riteniamo pratico e riteniamo che in questo campo, dove per i costruttori l'empirismo vale ancora più della teoria, sia bene accontentarsi della poca sostanza che si può afferrare senza pretendere la forma.

Per ora le prime esperienze, che riferiamo in seguito, ci

assicurano che la base dello studio è giusta e questo è quanto ci interessa: quindi possiamo attendere che la teoria esatta voglia seguire i risultati pratici.

11. — Caratteristiche. — Riassumendo si è visto:

1°) Che questo è l'unico sistema di propulsore diretto a gaz che può dare delle velocità di emissione superiori a quelle dei razzi, e che quindi può raggiungere i risultati e gli alti rendimenti già controllati dalla pratica.

2°) Che questo propulsore elimina il difetto della caduta alla pressione intermedia di regime ed invece può generare un'alta pressione costante sulle palette.

3°) Che la rapidissima deviazione del fluido sull' interno delle palette si presta ad effetti di trazione potenti e di grande interesse.

12. — Camera di combustione. — Per una dettagliata conoscenza dei generatori di gaz a pressione, categoria alla quale appartiene la camera di combustione *G* (fig. 2) consigliamo il trattato Motori ad Olio Pesante (a pressione ed a forza viva) dell' Ing. E. Garuffa, oppure Les Turbines a Gaz dell' Ing. Ventou Duclaux, oppure Le Turbine a Vapore ed a Gaz dell' Ing. G. Belluzzo.

Nelle esperienze eseguite col propulsore a doppia reazione. che riportiamo in seguito, abbiamo sostituito la camera di combustione dei gaz con un generatore istantaneo di vapore surriscaldato. Non avendo ancora eseguite esperienze con generatori di gaz, riassumiamo semplicemente i concetti generali.

Si devono distinguere due casi: se il propulsore funziona nell'atmosfera oppure se funziona al di là dell'atmosfera. Come

abbiamo detto gli apparecchi a reazione diretta funzionano egualmente tanto nell'atmosfera che fuori di essa, tanto è vero che una mitragliatrice rincula tanto nell'aria che nel vuoto, la difficoltà precipua che si aggiunge nel secondo caso sta nel fatto che bisogna immettere un comburente nella camera di combustione perchè non ci si può più servire dell'aria ambiente. Nel caso del nostro propulsore qualora dovesse funzionare nell'aria per spingere un'areoplano. il problema risulterebbe assai semplificato e potrebbero essere usati diversi generatori di energia già seriamente provati. Diversi sistemi assomigliano alla camera di combustione del propulsore Mélot (fig. 1) od ai tipi Armengaud Lemâle ed altri differiscono assai. Sono divisi in sistemi a combustione continua e discontinua, con o senza compressione preventiva e per una dettagliata descrizione rimandiamo ai diversi trattati sopra citati.

Meno progrediti sono invece i generatori di energia che possono funzionare fuori dell'atmosfera, meno progrediti specialmente perchè meno studiati, meno studiati perchè, movendosi tutti i veicoli nell'aria che è un buon comburente, la necessità immediata non ha ancora obbligato ad immettere un'altro comburente al posto dell'aria.

La camera di combustione ed il motore del propulsore destinato a funzionare fuori dell'atmosfera, dovranno ricevere un comburente liquido. È solo combinando direttamente l'idrogeno colla quantità necessaria di ossigeno, in modo di non avere perdite che si può ottenere per ora il massimo delle calorie ricavabili da un combustibile, cioè circa 3800 calorie per chilogrammo di miscela. Vi sono però due pericoli: o quello di ottenere un potente esplosivo a base di ossigeno liquido, sul tipo dell'oxiliquite che veniva fabbricata dalle officine austriache Skoda per caricare i proiettili e per l'uso nelle miniere, oppure di ottenere una combustione a troppa elevata temperatura, come avviene colla fiamma ossidrica che raggiunge i 2000° e taglia le piastre di metallo, e che danneggerebbe la ruota mobile del propulsore se dovesse subire direttamente tale temperatura.

La chimica potrà certo superare queste difficoltà ed aiu-

tarci ad arrivare alla camera di combustione per tale combinazione, ma queste difficoltà si possono anche evitare con un'altro metodo e cioè facendo agire le calorie prodotte dalla combinazione chimica combustibile e comburente liquido, su un generatore contenente un gaz liquefatto.

Si sa di importanti esperienze eseguite per trovare il *motore unico* per i sottomarini e cioè il motore che serva per la navigazione alla superficie e per la navigazione sott'acqua, indipendente dall'atmosfera. Non si conoscono i risultati di tali esperienze perchè hanno carattere militare, ma è evidente che tali esperienze devono essere ostacolate da una difficoltà gravissima, che fortunatamente non esiste per gli apparecchi destinati a navigare nello spazio, e cioè la difficoltà di effettuare lo scarico dei gaz combusti sotto la forte contropressione dell'acqua sovrastante, contropressione che assorbe gran parte del rendimento del motore. Pare, ciò non ostante, che siano stati usati dei sottomarini da guerra con motore unico: questo potrebbe servire alla soluzione del problema della camera di combustione.

13. — Massa, Energia, e la Teoria dell' Einstein. — È importante osservare, per il raggio d'autonomia del veicolo, che il peso di gaz liquido che tale veicolo dovrebbe portare nei serbatoi, sarebbe ridotto quasi al minimo teorico perchè col propulsore a doppia reazione si ottiene che una massa piccolissima sia lanciata ad una velocità grandissima colla conseguenza di una grande economia di emissione. Portando questo effetto al limite si potrebbe dire che il propulsore espelle solamente della *VELOCITA'*, come s'è già visto al N. 9.

Questo richiama la teoria dell'Einstein che asserisce che: siccome si possono ricondurre i cambiamenti della massa a cambiamenti dello stato di energia si deve poter ricondurre tutta la massa ad energia. Ed il nostro propulsore come se seguisse questa via tracciata dalla teoria Einsteiniana cerca appunto di eliminare la massa sostituendola colla sola velocità. Questo però nei limiti della meccanica che sono diversi da quelli della teoria.

CAPITOLO TERZO

Esperienze eseguite col propulsore a doppia reazione

---

14. — ESPERIENZE. — Nell' esperienze per ora si è presa in esame solo l'azione della turbo ruota sul getto di gaz ad altissima velocità, che, come si è visto chiaramente, è il principio base del propulsore, principio che è buona base allo scopo che si prefigge questo trattato. Non si è esperimentata la camera di combustione per i gaz, ma la si è sostituita con un generatore istantaneo di vapore. Poche Officine specializzate possono assumere la costruzione delle turbo ruote e della camera di combustione e tanto meno l'avrebbe potuto tentare il nostro laboratorio privato. Ci si dovette quindi accontentare degli apparecchi che si possono acquistare sul mercato industriale ed adattarli alle esigenze della prova. Abbiamo usato invece della ruota speciale del propulsore, la ruota mobile di una turbina a vapore De Laval del tipo HP. 50 ed invece della camera di combustione dei gaz, un generatore Serpollet a vapore surriscaldato. Si vede facilmente che queste sono le due macchine in commercio che meglio presentano le caratteristiche che ci occorrono, ma che un'esperienza condotta con tali macchine può solo constatare dati di carattere generale.

Si è solo esperimentata la trazione nel senso orizzontale che il propulsore può effettuare su un veicolo, ad esempio su uno chassis d'automobile, ma per i propulsori a reazione è

indifferente il funzionare secondo una linea orizzontale o verticale.

Si vede dalle fotografie (fig. 4 e 5) come venne montato il propulsore. Il corpo di una turbina a vapore De Laval, tipo HP. 50 (1) col riduttore di velocità ad ingranaggi elicoidali (2) dopo le modifiche necessarie venne montato su uno chassis automobile Serpollet tipo HP. 12 (3) come si vede dalle fotografie nelle quali i numeri corrispondono. Lo chassis Serpollet ha nel cofano posteriore (4) un generatore istantaneo di vapore surriscaldato, che può sopportare delle pressioni superiori alle atm. 50, generatore composto di un lunghissimo serpentino riscaldato da bruleurs a petrolio. Nel mezzo dello chassis è piazzato il motore a quattro cilindri (5) alimentato dal generatore suddetto, e questo motore fa funzionare le ruote posteriori (11) per mezzo di una trasmissione a catena.

Per la nostra esperienza si è sostituito il pignone della trasmissione di destra con una puleggia (6) legata per mezzo di trasmissione a cinghia alla puleggia (7) del riduttore della turbina De Laval. La catena di sinistra venne staccata, il differenziale eliminato e tutto venne disposto in modo che funzionando il motore a vapore (5) la rotazione fosse trasmessa solamente alla puleggia del riduttore di velocità. Di conseguenza il riduttore funzionava da moltiplicatore di velocità e la ruota mobile (8) della turbina era sollecitata a ruotare in senso inverso al suo senso normale di rotazione e ad una velocità che poteva raggiungere i 16.000 giri al minuto.

Con una tubatura apposita (9) venne presa una derivazione di vapore dal motore e condotta all'ugello più basso (10) della turbina, opportunamente modificato. Si fece funzionare questo apparecchio facendo ruotare la ruota mobile per mezzo del motore a vapore nel senso detto e poi scaricando il vapore sulla ruota dell'ugello (10) in direzione contraria alla direzione di rotazione della ruota. Lo scarico del vapore dalle palette nell'aria, avveniva quindi in direzione della parte anteriore dello chassis automobile e produceva sull'apparecchio una reazione tendente a spingerlo indietro cioè verso la sinistra

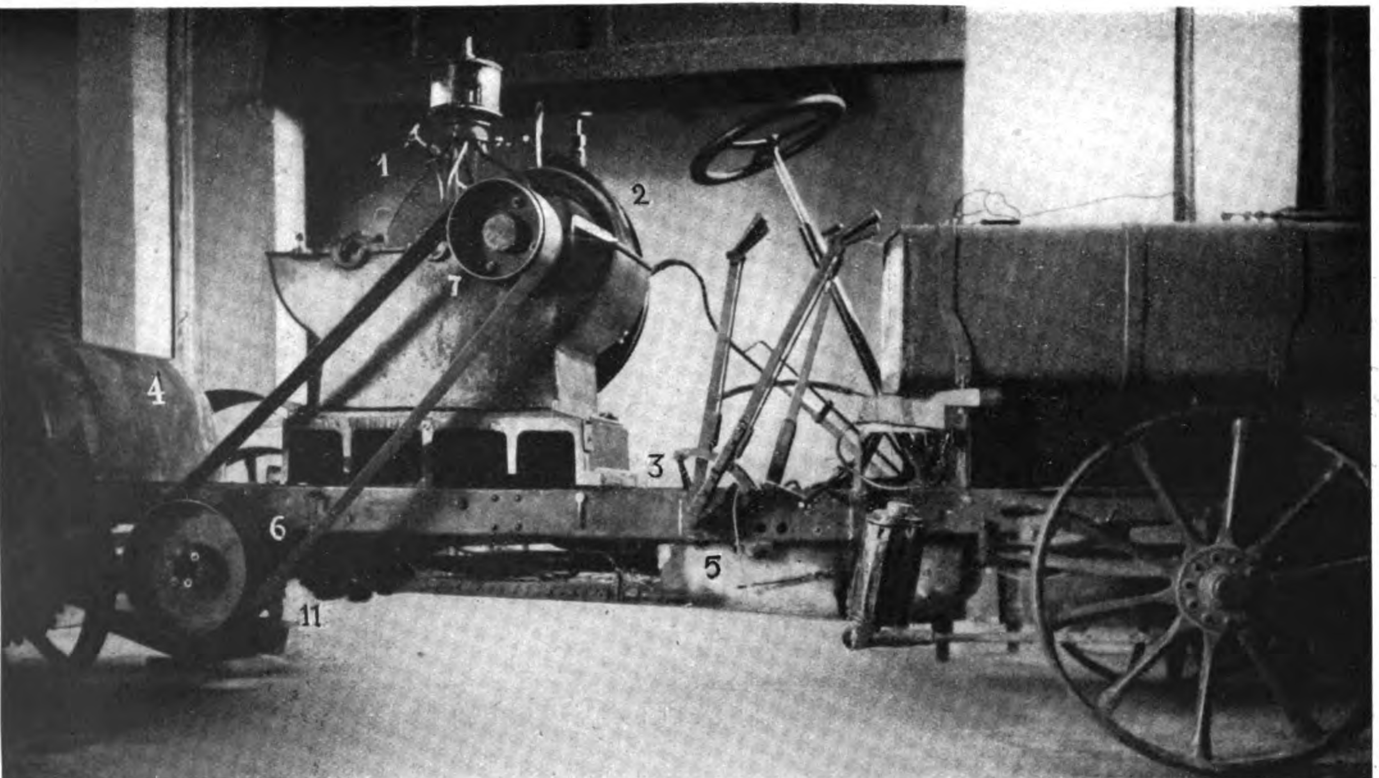


Fig. 4. — Propulsore a doppia reazione costruito per le nostre prime esperienze (lato destro).

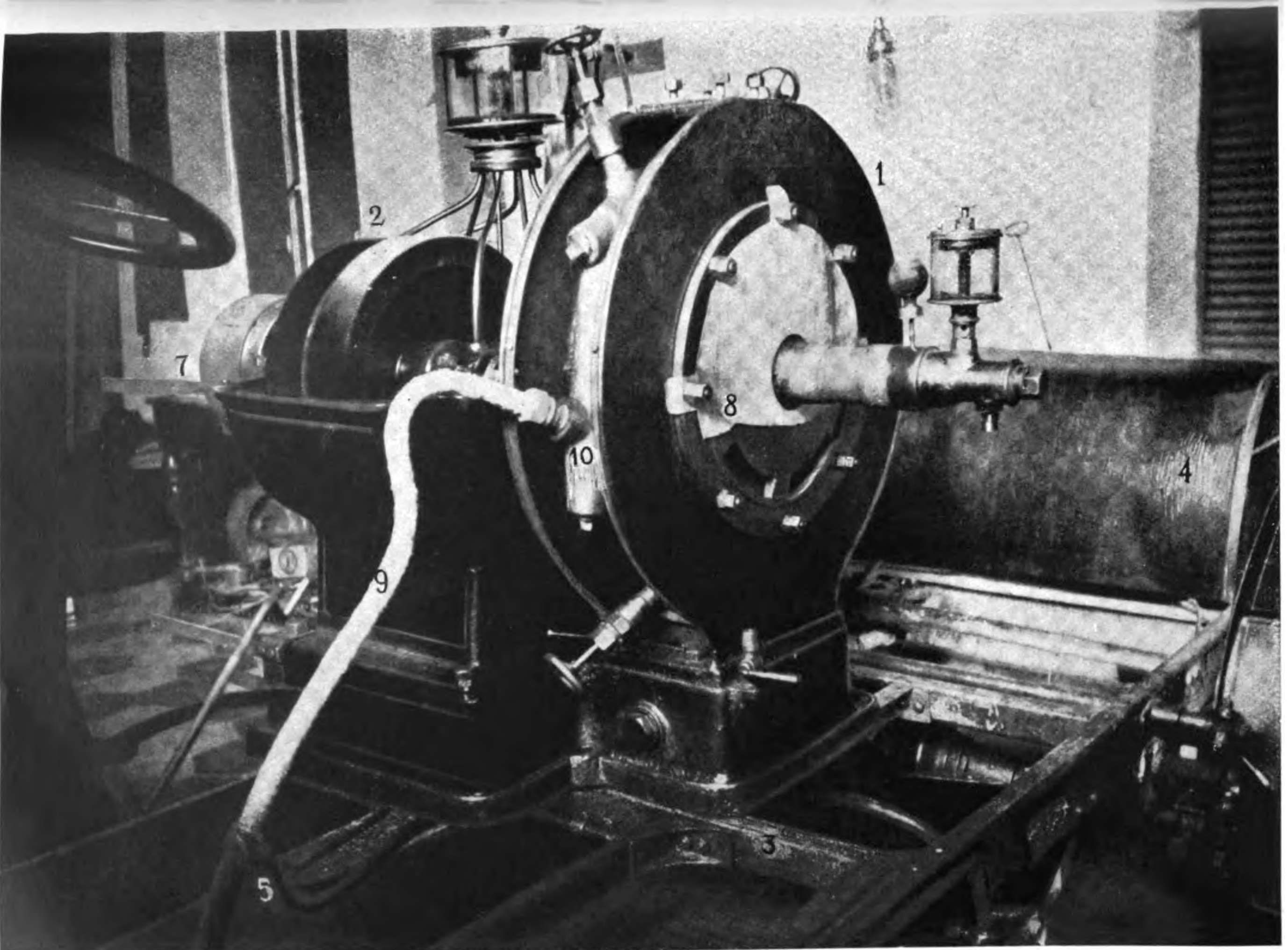


Fig. 5. -- Propulsore a doppia reazione costruito per le nostre prime esperienze (lato sinistro).

della fig. 4. Per poter misurare lo sforzo di trazione prodotto da tale reazione, le quattro ruote dello chassis si fecero appoggiare su quattro rotaie.

Si riscontrarono delle difficoltà di funzionamento per l'insufficienza del generatore di vapore, insufficienza che non permise che si raggiungessero colla ruota mobile le velocità calcolate nè che si potesse ottenere all'ugello la pressione voluta.

Con altre esperienze si scaricò direttamente nell'aria e coi metodi più opportuni la medesima energia totale usata nell'esperienza sopradescritta e *si constatò che lo sforzo di trazione che si ottiene col metodo a doppia reazione è molto superiore a quello che si può ottenere coi propulsori che utilizzano la reazione direttamente.*

E questo si voleva appunto constatare coll'esperienza iniziale.

L'esperienza si limitò a questo carattere di prova dello sforzo di trazione perchè i macchinari che si dovettero adoperare non permisero che la costruzione dell'apparecchio ingombrante e pesante (circa Kg. 2500) rappresentato dalle fotografie, mentre un propulsore di eguale forza costruito appositamente secondo i criteri prima enunciati, non potrebbe pesare che poche decine di chilogrammi e potrebbe servire ad interessanti prove di elevazione.

15. — Un propulsore che deve funzionare per 360.000 chilometri? — Prevediamo una osservazione: ammesso che i calcoli, le previsioni e le esperienze abbiano un ottimo esito, con quale concetto si può proporre un'apparecchio di tal genere per intraprendere un viaggio sino al nostro satellite e cioè un viaggio fantastico di circa 360.000 chilometri, senza scali nè rifornimenti? Diciamo subito che la nostra opinione, non parto di esagerato ottimismo, è che tale viaggio abbia solo la tinta dell'impossibilità fantastica

e che tutta la copertura romantica potrebbe crollare dinanzi ad una piccola realtà scientifica, così come è avvenuto per altri romanzi della scienza. La piccola realtà scientifica potrebbe essere un buon propulsore a reazione, e per un così grande viaggio gli si chiederebbe relativamente poco: di funzionare bene per pochi minuti.

Questo è sufficiente come spiegheremo ora.

CAPITOLO QUARTO

Dalla Terra al suo satellite

16. — Opinioni dell' Esnault Pelterie e del Goddard. — Esaminiamo se è una utopia irrealizzabile oppure una possibilità scientifica seriamente discutibile, la conquista dello spazio per raggiungere il nostro satellite e vediamo se un'apparecchio che può fare dei balzi di qualche centinaio di chilometri fuori dell'atmosfera possa essere sufficiente per effettuare un viaggio sino al mondo che è di gran lunga più vicino a noi di tutti gli altri, cioè alla luna.

Il nostro satellite dista dalla terra 360.000 chilometri e questa distanza è piccolissima se raffrontata alle distanze che ci separano dai pianeti più vicini (distanze che si misurano a milioni di chilometri) e non è neppure enorme riguardo al piccolo metro che usiamo sulla terra se osserviamo che un portalettere rurale la percorre colle sue gambe in venti anni.

Il Flammarion ed altri fisici hanno dimostrato che l'uscire dalla zona di attrazione della terra per raggiungere un'altro pianeta è soltanto una questione di velocità e di potenza meccanica. Basta infatti che un mobile sia lanciato fuori del nostro globo con una velocità di 11.309 metri nel primo secondo per raggiungere una mèta praticamente infinita. Poichè, se questa velocità iniziale diminuisce, l'attrazione della terra diminuisce in proporzione del quadrato della distanza: a dieci raggi terrestri, cioè a 63.700 chilometri, questa attrazione è già ridotta ad un centesimo, ed il chilogrammo non

pesa più che dieci grammi; a cento raggi, cioè 637.000 chilometri, un chilogrammo pesa soltanto un decigrammo. Il che significa che il peso è quasi interamente annullato. Il problema si riduce dunque ad imprimere ad un mobile una velocità iniziale di 11.309 metri, che come si sa è la velocità colla quale arriverebbe sulla terra un corpo cadente dall'infinito se non fosse ritardato dall'atmosfera. Un corpo lanciato dalla Terra con questa velocità non ricade più, ma prosegue indefinitamente il suo cammino.

Per un corpo che sulla terra pesi un chilogrammo, il lavoro necessario per assicurargli questa velocità sarebbe di 6.371.103 chilogrammetri equivalenti a circa 15.000 calorie. Ora un chilogrammo di miscuglio di idrogeno ed ossigeno racchiude 3.860 calorie, ossia un quarto di quella quantità; un chilogrammo di polvere composta di fulmicotone e di clorato di potassa ne racchiude ancora meno (1420 calorie); dunque un chilogrammo di miscuglio di idrogeno ed ossigeno non avrebbe in sè il potere di portarsi all'infinito pur distruggendosi. Al contrario un chilogrammo di radio che contiene 2.900.000.000 di calorie, avrebbe in sè 194.000 volte più dell'energia necessaria.

Premesso questo, l'Ing. Esnault Pelterie, noto per i suoi studi sull'aviazione, in una memoria presentata alla « Société de Physique » dimostra (1) che un mobile sottoposto ad una forza costante superiore al suo peso e diretta verticalmente in senso centifrugo partendo dalla superficie terrestre raggiungerebbe una velocità tale da permettere la cessazione della propulsione ad una altezza circa eguale al raggio della terra.

Per trasportare un mobile dalla terra alla luna e ricondurlo sulla terra, non sarebbero nemmeno necessari gli 11.309 metri di velocità iniziale e l'azione si potrebbe distinguere in tre periodi:

1.° Periodo. — Il mobile accelera fino alla velocità critica di liberazione; ossia fino a quando, raggiunta la quota

---

(1) Riportato dall'*Aer*, anno II, n. 5, di G. Costanzi.

di 5.780 chilometri, avrà raggiunto la velocità di 8.180 metri al secondo; il tempo impiegato sarà di 24 minuti e 9 secondi.

2.° Periodo. — Il propulsore si arresta, il mobile continua per inerzia: nel momento in cui si annullano l'attrazione della luna e della terra la velocità sarà ridotta a 2.030 metri al secondo; il tempo impiegato sarà di 48 ore e 30 minuti.

3.° Periodo. — Il propulsore si mette in moto in senso inverso per scendere sulla luna: il tempo impiegato in questo periodo è di 3 minuti e 46 secondi.

Il tempo totale impiegato nell'andata sarà allora di 48 ore e di 58 minuti: altrettanto nel ritorno. Notiamo che per questo viaggio il motore funzionerebbe solo 28 minuti nell'andata e 28 nel ritorno.

Pare che l'Ing. Esnault Pelterie abbia abbandonato l'idea di lanciare dei razzi sino alla luna ritenendo che negli esplosivi attuali non vi sia l'energia necessaria per tale tragitto.

Il Prof. Goddard, del quale abbiamo già riportati gli interessantissimi studi ed esprerimenti sui razzi, giunge invece in una recente pubblicazione a conclusioni molto più ottimiste. Secondo i suoi calcoli la quantità di polvere necessaria per sollevare un razzo fuori della linea della gravità è di 602 chilogrammi, poichè di mano in mano che il mobile si innalza la sua massa diminuisce e l'azione dell'esplosivo si esercita su un peso sempre più piccolo.

17. — Il viaggio è possibile con degli apparecchi in serie. — Sia che ci si attenga ai calcoli dell'Esnault Pelterie pessimista od ai calcoli del Goddard ottimista è indubitato che l'apparecchio che vorrà tentare il tragitto dalla terra alla luna, dovrà superare delle gravi difficoltà per riunire nei suoi serbatoi la quantità di energia necessaria

per tale viaggio. Riteniamo che anche questa sia una difficoltà, ma non un'impossibilità, e che la questione si possa risolvere (o meglio girare, il che si equivale quando il risultato è uguale) per mezzo di una serie di apparecchi opportunamente collegati.

Supponiamo, cosa probabile, che fra dieci anni serii studi ed esperienze ci abbiano insegnato a costruire un'apparecchio capace di fare dei balzi di qualche centinaio di chilometri nello spazio e che in tale periodo di persona ci si sia istruiti sulle sensazioni e fenomeni che si manifestano viaggiando nel vuoto. È facile il vedere che, per quanto infinite siano sempre le speranze degli esperimentatori, essi non potranno ancora, nell'epoca supposta, pensare alla costruzione di una grossa unità, di una nave colosso capace di attraversare lo spazio, arrivare al nostro satellite e ritornare, così come un transatlantico va e viene dall'America. Questo potrà interessare le generazioni che ci seguiranno, noi per difficoltà tecniche dovremo accontentarci dell'apparecchio che abbiamo supposto e per ora prevediamolo capace di portare una riserva di circa Kg. 300 di miscela combustibile e, per quanto è possibile, molto piccolo e molto leggero. Il peso dell'apparecchio non è prevedibile così come pochi anni or sono non era possibile prevedere che sarebbero stati sufficienti degli aeroplani leggeri per portare dei carichi pesanti. Per intenderci meglio in seguito, distingueremo questo apparecchio col nome di *veicolo tipo*.

Riprendiamo la teoria dell'Esnault Pelterie, enunciata poco fa (N. 16) teoria che può fornire i dati che ci occorrono per quanto vogliamo ora dimostrare, e incominciamo col supporre che i 300 chilogrammi di miscela combustibile non siano assolutamente sufficienti per far funzionare il *veicolo tipo* per i 24 minuti e nove secondi necessari per fargli acquistare la velocità di liberazione, secondo la suddetta teoria. Dalle prove ci risulterà che esso, per esempio, consuma i 2/3 della miscela combustibile (Kg. 200) per funzionare per 6 minuti e 2 secondi, che corrispondono solo ad un quarto del periodo di funzionamento necessario per acquistare la suddetta velocità

di liberazione. È evidente che con questo veicolo isolato non si riuscirà mai ad uscire dalla zona dell'attrazione terrestre. Esaminiamo che risultato si può ottenere dalla riunione in serie di questi *veicoli tipo*.

Riuniamo 27 di tali veicoli e formiamo una colonna o treno come è schematicamente disegnato alla fig. 6. Tale colonna verrà costruita in modo che 18 di tali veicoli, solidamente fissati tra di loro, formino il segmento (a), sei pure solidamente fissati formino il segmento (b), due il segmento (c), ed uno solo costituisca il segmento (d). Invece i segmenti a-b-c-d saranno uniti l'uno all'altro in modo che si possano facilmente staccare. Supponiamo per ora che tutti i veicoli siano identici fra di loro e cioè provvisti del loro propulsore e dei 300 chilogrammi di combustibile come il veicolo tipo succitato. Quando tale treno abbia lasciato la Terra nella direzione preventivamente calcolata per arrivare alla Luna, si verificherà come abbiamo detto che, passati i primi 6 minuti e 2 secondi e cioè compiuto 1/4 del viaggio (1.° periodo), i motori di ogni veicolo avranno consumato i 2/3 della miscela combustibile dei serbatoi (vedi fig. 7). In ognuno dei 27 veicoli resterà solo 1/3 della riserva di combustibile e cioè chilogrammi 100. Se si riunirà allora tutto il combustibile disponibile nel treno nei soli 9 veicoli di testa avremo $\frac{\text{kg. } 100 \times 27}{9}$ = Kg. 300 per veicolo e quindi avremo questi 9 veicoli col completo carico di miscela combustibile come quando sono partiti dalla terra. Il treno verrà allora diviso dopo il nono veicolo e i 18 segmenti esauriti (e cioè il segmento a) verranno abbandonati nello spazio e ricadranno sulla terra. I nove veicoli (costituenti i segmenti b-c-d) che hanno continuato il viaggio senza interruzione di sorta, dopo altri 6 minuti e 2 secondi, ossia dopo aver lasciato la terra da 12 minuti e 4 secondi, si troveranno ancora come prima in condizione di aver consumato 2/3 della riserva combustibile di dotazione. Si ripete allora la riunione del combustibile residuo nei soli 3 veicoli di testa (cioè i due segmenti c-d) che verranno ad avere $\frac{\text{kg. } 100 \times 9}{3}$ = Kg. 300 ciascuno, ossia il

pieno carico come quando sono partiti dalla terra. Il treno verrà allora nuovamente diviso dopo il terzo veicolo ed i 6 veicoli esauriti (segmento b) ricadranno anch'essi sulla Terra. Così proseguendo dopo minūti 18 e 6 secondi si avrà solo il segmento (d) carico di $\frac{\text{kg. } 100 \times 3}{1} = 300$ e dopo 24 minuti e 9 secondi che si è lasciata la Terra avremo questo solo segmento (d), carico di Kg. 100 di combustibile, a chilometri 5.780 dalla terra, e quindi per la teoria succitata animato della velocità di 8.180 metri al secondo.

Per questa velocità il mobile continuerà per inerzia, senza più far funzionare il propulsore, sino al momento in cui si annullano l'attrazione della luna e della terra. Passato tale momento il propulsore dovrà mettersi in moto in senso inverso per rallentare la discesa sulla luna e quindi funzionare ancora 3 minuti e 46 secondi. Per questo periodo saranno sufficienti gli ultimi 100 chilogrammi di miscela combustibile, che restano nel segmento (d) dato che tale segmento sarà molto alleggerito perchè avrà quasi esaurite le riserve. L'apparecchio arriverà sulla luna coi serbatoi quasi vuoti.

In tal genere di veicoli tutti i comandi e servizi devono essere automatici, quindi gli esploratori potranno essere due soli. Il loro peso, supponiamo Kg. 150, sarà suddiviso su 27 veicoli per la prima parte del tragitto, che è la più gravosa perchè vicino alla terra, quindi ogni veicolo dovrà sopportare solo Kg. 5,5. Alla fine del primo periodo il peso degli esploratori graverà su un solo veicolo, ma l'attrazione terrestre sarà molto diminuita per la distanza ed il peso complessivo dei due esploratori sarà ridotto a Kg. 37,5.

18. — PER RITORNARE SULLA TERRA. — Vediamo come sia possibile far ritornare sulla terra i due esploratori: se il primo treno o colonna è stato calcolato per portare al nostro satellite due esploratori (Kg. 150) potremo riunire diversi di questi treni, dei quali uno solo sarà montato da due

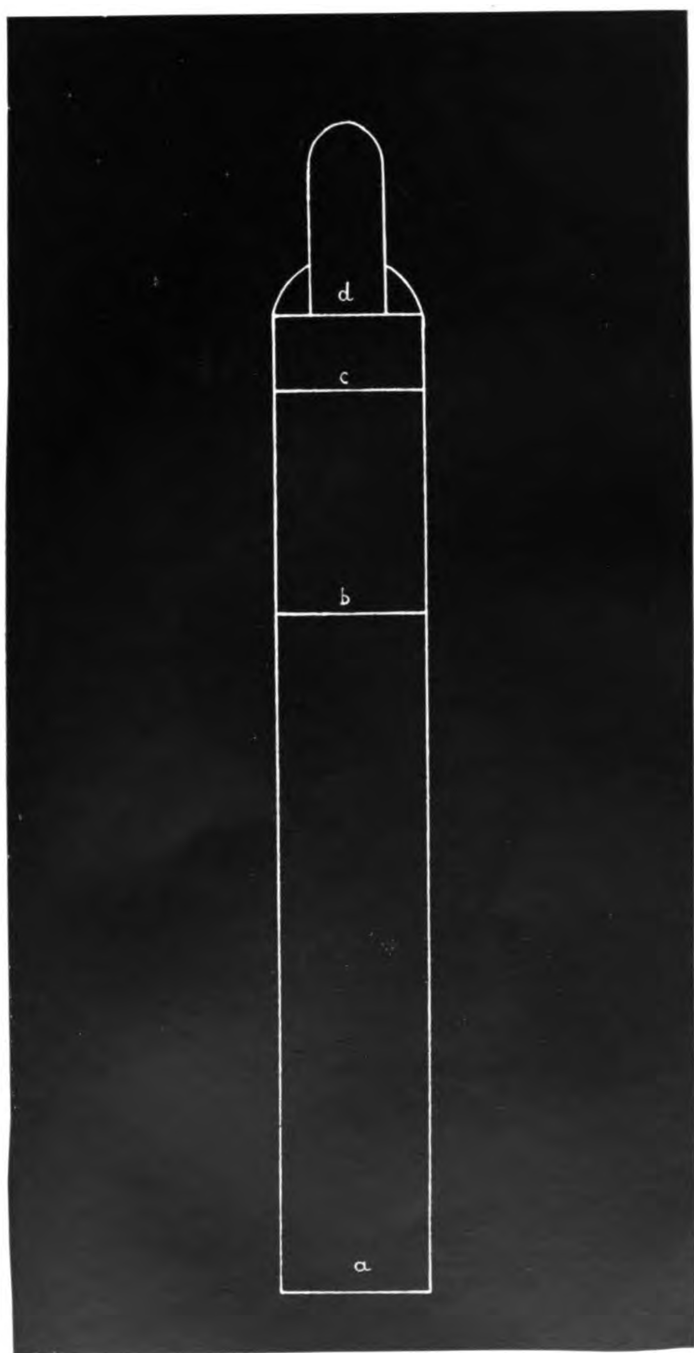


Fig. 6. — Schema di una serie di apparecchi collegati.

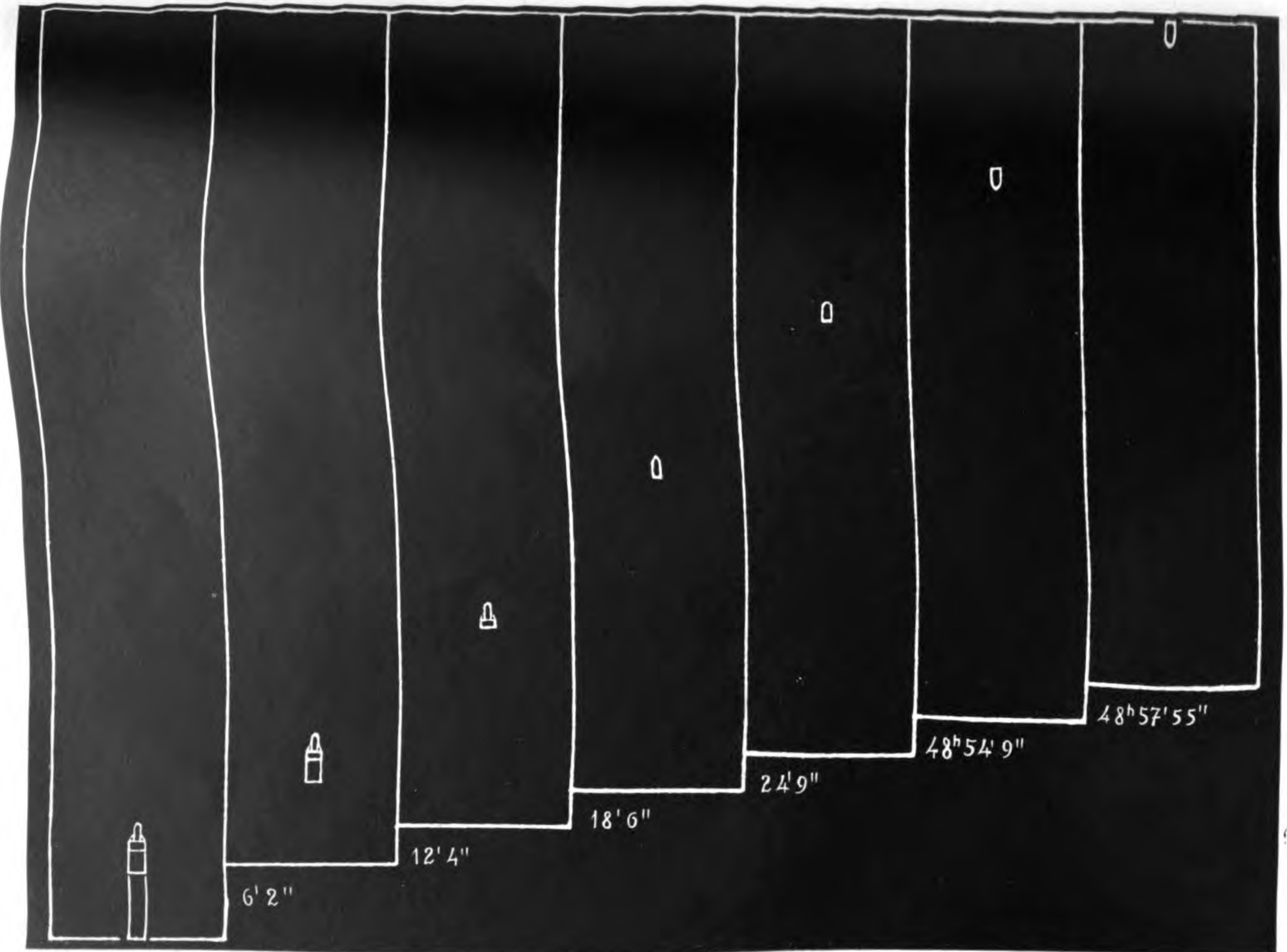


Fig. 7. — Periodi del viaggio dalla terra alla luna.

esploratori e gli altri porteranno al loro posto Kg. 150 di miscela combustibile che dovranno essere trasportati intatti sino alla luna.

Ne consegue che sul satellite arriveranno solo tutti i segmenti (d) dei diversi treni, dei quali uno solo avrà i due esploratori e ciascuno degli altri Kg. 150 di combustibile. Quindi riunendo diversi segmenti (d) si potrà formare un nuovo treno capace di lasciare la luna per riportare sulla terra gli esploratori. Questo treno consumerà una minor quantità di miscela combustibile di quanto ne abbia consumata nell'andata un singolo treno, perchè riteniamo che, passata la zona di eguale attrazione, possa servire molto ad attutire la caduta dell'apparecchio sulla terra, l'atmosfera che sebbene assai rarefatta arriva a più di 600 chilometri dalla terra. Certamente dei paracadute metallici, ben regolabili, potranno aiutare molto l'opera del propulsore quale freno e questo con grande economia di miscela combustibile.

19. — Come verrebbero attuate le serie. — In questa schematica descrizione dei particolari sono stati detti solo per l'evidenza dell'esposizione, ma in pratica non occorreranno: infatti è evidente che non occorrerà nessun trasporto di combustibile residuo dopo i 2/3 di ogni fase summenzionata, dal segmento (a) a (b), da (b) a (c) ecc. perchè il segmento (a) che funziona per soli 6 minuti e 2 secondi sarà dotato solo della provvista di miscela combustibile che gli sarà necessaria per i minuti nei quali è calcolato debba funzionare. Ed egualmente si dica per i segmenti b-c-d.

Inoltre, solo per l'evidenza dell'esposizione, abbiamo raffigurato di formare un treno composto di 27 veicoli tipo ed una riunione di treni per avere la possibilità del ritorno. In, pratica queste diverse serie di veicoli tipo o treni, dovrebbero essere riunite in un solo grosso apparecchio divisibile però in quattro segmenti, secondo le proporzioni indicate per i segmenti a-b-c-d (fig. 6).

I quattro segmenti dovrebbero essere uniti fra di loro con chiusure a tenuta d'aria, rapidamente apribili, simili alle usate per i boccaporti dei sommergibili.

Le fasi del funzionamento avverrebbero come sono state descritte ed il segmento (d) dovrebbe quindi arrivare sul nostro satellite, non sotto forma di diversi segmenti staccati da riunirsi, ma come un treno già pronto e carico di combustibile per il ritorno.

Questo metodo per raggiungere il nostro satellite per mezzo di veicoli riuniti in serie È STATO PROSPETTATO PER QUESTO: per dimostrare che qualora si riesca a costruire un'apparecchio insufficientissimo a tale impresa, che per esempio consumi i 2/3 della riserva di miscela combustibile per percorrere 1/4 del primo periodo della sola andata, è possibile con un treno di tali apparecchi formato di 4 segmenti nelle proporzioni indicate, andare al nostro satellite e ritornare sulla Terra.

È evidente che se la miscela combustibile non potesse sviluppare neppure la quantità di energia detta e si ci risultasse che il veicolo tipo consuma di più del quantitativo supposto per percorrere 1/4 del primo periodo, si potrà porvi rimedio aumentando il numero dei segmenti di cui si compone il treno sempre secondo il rapporto indicato, con conseguente aumento del tonnellaggio totale.

Si è voluto dimostrare che è pessimismo ingiustificato il ritenere che un mobile non si possa portare all'infinito per l'insufficienza della quantità di energia che può contenere.

20. — LA SPINTA INIZIALE COME SUPPLEMENTO DI ENERGIA. — Solo la pratica ci potrà indicare la quantità reale di energia che si può ottenere con una miscela combustibile potente, il rendimento effettivo del propulsore, il peso del veicolo tipo e gli altri dati che ci mancano, quindi è inutile l'esporre dei calcoli che potrebbero essere esatti solo in apparenza. Ci pare più giusto il metodo che abbiamo usato

sinora per trattare il problema della navigazione negli spazi: e cioè di prospettare le difficoltà massime che si possono prevedere e di contrapporre i rimedi massimi che può offrire la tecnica attuale.

Coerenti a questo metodo supponiamo delle difficoltà ancora maggiori, per le quali la miscela combustibile scelta non sia sufficiente a trasportare il nostro treno alla mèta, malgrado sia esso costruito con tutte le risorse tecniche già prospettate.

Sarà possibile girare anche questo nuovo ostacolo con un mezzo analogo al pilone di lancio dei fratelli Wright, invenzione che ha anticipato di diversi anni il volo dell'areoplano. È possibile infatti invece di far partire il nostro treno da fermo dalla Terra, il lanciarlo nello spazio già dotato di una forte velocità iniziale, per ottenere che tutta la quantità di lavoro comunicata al treno come spinta iniziale si sommi alla quantità di energia sviluppata dalla miscela combustibile portata dal treno e che abbiamo supposta insufficiente al tragitto. L'analogia col pilone Wright è però assai vaga.

Come abbiamo detto al N. 16 basta che un mobile sia lanciato fuori dal nostro globo con una velocità di 11.309 metri nel primo secondo, perchè possa raggiungere una méta praticamente infinita; quindi ci vorrebbero 6.371.000 chilogrammetri per dare alla massa di un chilogrammo tale velocità; il che corrisponde ad un lavoro di 23 HP. durante un'ora.

Si vede che in questo caso, per imprimere una grande velocità iniziale alla partenza da terra, non è più la forza che ci manca, dato che l'apparecchio che deve effettuare il lancio può essere potentissimo e pesantissimo, perchè resta sulla terra; vi sono invece delle gravi difficoltà pratiche o di costruzione, che rendono ad esempio impossibile il famoso cannone di Giulio Verne per l'impossibilità di ammortire lo spaventoso contraccolpo che risulterebbe dallo scoppio dell'esplosivo e che annienterebbe i viaggiatori.

Ma al nostro treno non occorre questa enorme velocità iniziale alla partenza da terra, perchè acquisterà quella che gli è necessaria coi suoi propulsori durante il viaggio. Occorre solo un supplemento di forza e questo è certamente possibile.

Non riportiamo dei metodi riguardanti tale possibilità perchè l'argomento richiederebbe uno speciale e diffuso esame, indipendente da quanto abbiamo detto e che escirebbe dai limiti di questa sommaria pubblicazione.

Altri hanno già trattato degli argomenti simili: ad esempio il Signor Drouet ha pubblicato sulla « Revue » uno studio che tratta del lancio di proiettili con viaggiatori all'infinito, per mezzo della forza centrifuga; studio che non si può realizzare per gli enormi sforzi a cui verrebbero assoggettati i materiali ma che potrebbe forse servire al nostro caso per la velocità iniziale molto inferiore che ci basta.

Questo si è voluto affermare: che qualora con un'apparecchio munito di propulsore a reazione, non si potesse riuscire a trasportare la quantità di energia sufficiente per un dato tragitto nello spazio, sarà possibile fornirgli l'energia di cui manca imprimendogli una data velocità iniziale di distacco dalla terra.

Questo supplemento di energia verrebbe fornito nel periodo in cui il propulsore dell'apparecchio dovrebbe compiere il massimo sforzo per vincere la resistenza dell'atmosfera e la più forte attrazione, quindi nel periodo che più abbisogna d'aiuto.

Infatti può avvenire che un apparecchio a reazione che funziona bene a mille chilometri dalla terra, sia incapace di lasciare la terra al momento della partenza.

21. — L'esistenza dell'uomo nello spazio. — È possibile l'esistenza dell'uomo in un veicolo lanciato nello spazio? Qualche studioso ha già esaminato tale problema e non vi ha riscontrato delle difficoltà insormontabili. Noi riteniamo che all'aria necessaria si provvederà come si provvede nei sottomarini; alla mancanza assoluta di calore esterno bisognerà porre rimedio con doppie pareti perfettamente isolate; alla gravità, che non si farà più sentire, si dovrà sostituire la forza centrifuga sia facendo ruotare sull'asse tutto l'apparecchio, sia facendo ruotare la sola cabina portante i viaggiatori. È

evidente che due viaggiatori che si trovassero in una cabina cilindrica ruotante sull'asse, colla schiena appoggiata all'interno della parete cilindrica, avrebbero la sensazione di aderire a tale parete. Se tale parete fosse imbottita e soffice essi proverebbero l'impressione esatta di essere a letto supini molto comodi e senza più subire l'impressione spiacevole e nociva della caduta nello spazio.

Questo metodo è possibile perchè sulla zona di eguale attrazione il peso terrestre si elimina ma la massa non scompare: infatti per inerzia i bolidi attraversano la zona di eguale attrazione. Quindi la forza centrifuga che ha per fattore la massa, può ancora agire come abbiamo detto.

Un sistema ottico, simile per disposizione al praxinoscopio invertito, permetterebbe ai viaggiatori di scrutare gli spazi anche durante tale rotazione.

22. — Ottimismo. — Tutto lascia quindi supporre che una spedizione dalla Terra alla Luna possa essere presto un'impresa da effettuare. L'impresa andrà distinta in due fasi: costruzione di un *veicolo tipo* e costruzione di un *veicolo treno*.

La prima fase è la più importante e completamente basata sulla riuscita del propulsore. Costruito il veicolo tipo, la seconda fase si ridurrà alla costruzione del veicolo treno e cioè ad una costruzione di apparecchi in serie con poche modifiche e collegamenti, impresa non più difficile della costruzione di una serie di 500 aeroplani o di una dreadnoughts.

Ma il veicolo tipo non esiste e quindi tutto questo è castello della fantasia, può dire un pessimista.

Il veicolo tipo, con un propulsore capace di funzionare per pochi minuti (non dimentichiamolo), non è cosa impossibile, può dire un ottimista.

Ben risalta una nuova attuazione dopo i primi successi: per ora il pessimismo costa certo minor sforzo intellettuale dell'ottimismo, ma riteniamo e speriamo che presto sia concesso anche alle persone prudenti, il dichiararsi ottimisti nei riguardi della navigazione nello spazio.

NUOVO PROCESSO
PER LA STEREOSCOPIA DIRETTA

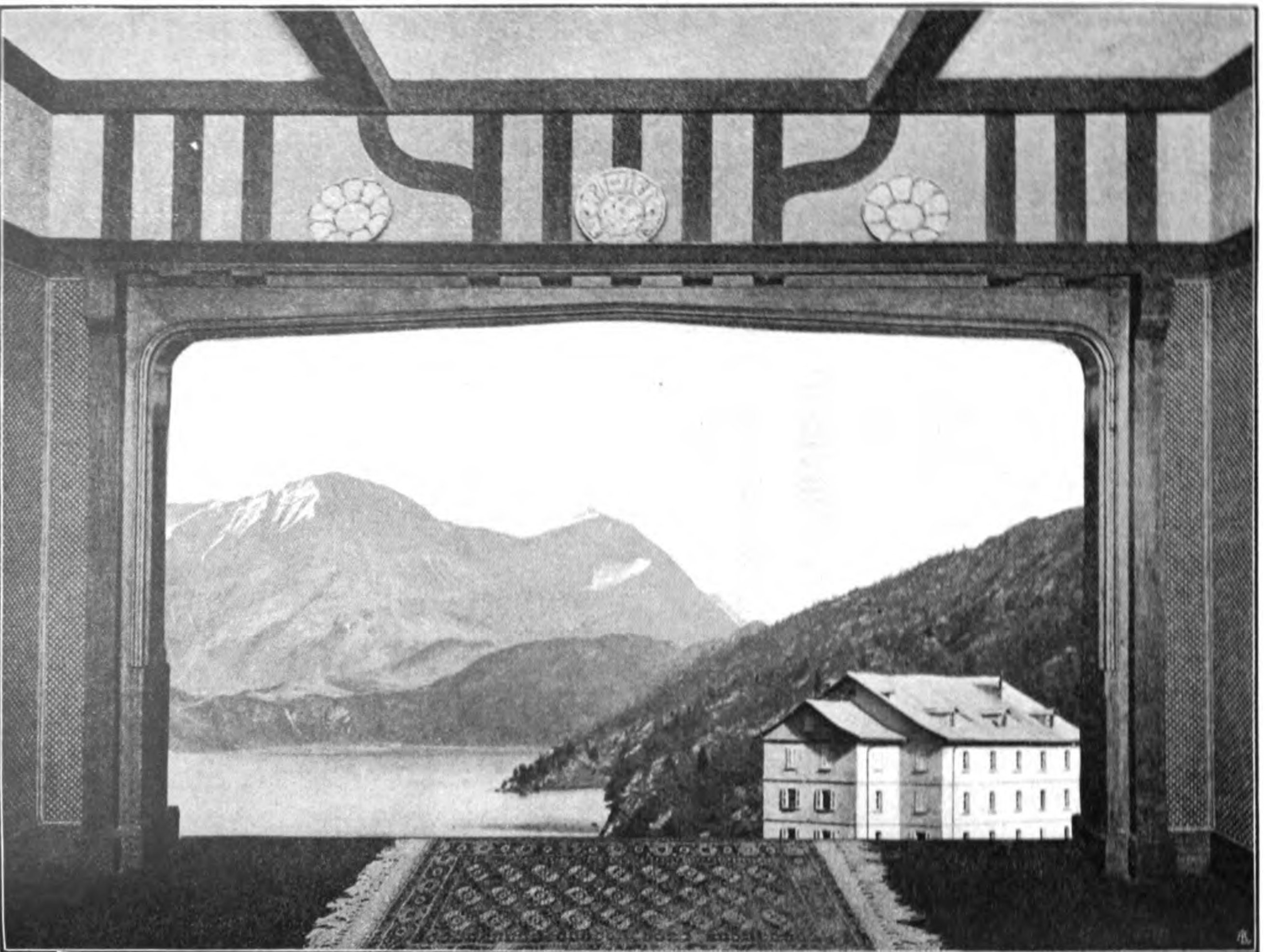


Fig. 7 *bis*. — Nuovo processo per la stereoscopia diretta: « . . . **Trasformando un locale chiuso in terrazzo aperto, in belvedere fantastico** ».

Nuovo processo per la stereoscopia diretta

1. — La riproduzione delle immagini nello spazio. — La fotografia dà una immagine esatta della natura, ma questa immagine non è che la proiezione del soggetto sopra un piano, proiezione che ci produce la sensazione delle distanze e dei rilievi solamente per mezzo della grandezza relativa degli oggetti e per le forme e contrasti delle ombre.

Gli apparecchi stereoscopici ci danno la possibilità di vedere in rilievo una immagine, ma l'ottica moderna vuole di più, vuole ora risolvere l'interessante problema della stereoscopia diretta, vuole cioè il conseguimento del rilievo vivo e realistico, colla osservazione diretta di un'immagine fotografica senza interposizione di apparecchio: vuole le immagini non sopra un piano, ma nello spazio.

Per la stereoscopia diretta la fotografia diverrà un'arte ancora più perfetta e meravigliosa di quello che è attualmente; e nel ridarci le immagini delle cose conservando la sensazione del volume e dello spazio sarà splendida rievocatrice della bellezza e della natura.

Per essa non solo le pareti delle sale saranno adornate da quadri stereoscopici deliziosi ma le decorazioni degli ambienti e specialmente dei ritrovi pubblici, dei caffè, ecc. saranno abbellite con risorse meravigliose.

Per questa nuova arte si potrà in apparenza eliminare una

parete di un ambiente e sostituirla colla visione aperta e viva della montagna o del mare, trasformando così un locale chiuso in terrazzo aperto, in belvedere fantastico (fig. 7-bis).

Per essa alla decorazione scenica dei teatri sarà aperta una nuova magica via e cioè sarà resa possibile la raffigurazione della scena aperta, non contraffatta da pochi piani di quinte, ma creata dall' illusione dell' imponente sfondo dello spazio.

Accenniamo ora alle attuali condizioni della fotografia stereoscopica, prima di passare all'esame della stereoscopia diretta.

La percezione distinta del rilievo dei corpi e cioè delle loro tre dimensioni si ha per la visione binoculare. La teoria dello stereoscopio dimostra che le immagini percepite dai due occhi non sono identiche: se si pone davanti a ciascun occhio ed alla distanza che conviene un'immagine differente di uno stesso oggetto, ciascuna immagine però rappresentante l'oggetto come si vedrebbe con un occhio solo, nella visione binoculare si vedrà l'oggetto in rilievo. Le immagini devono essere disposte in modo che un'occhio non possa vedere l'immagine destinata per l'altro occhio.

La visione del rilievo si può ottenere per mezzo di diversi sistemi, i più noti dei quali sono:

— Lo stereoscopio a specchi del Wheatstone (1838).

— Lo stereoscopio a prismi lenticolari del Brewster ed i diversi sistemi ottici derivati dai principi del Brewster.

— Lo stereoscopio a riflessione totale del Drouin.

— Lo stereoscopio meccanico a visione alternata.

— Le proiezioni stereoscopiche e gli anaglifi dell'Almeida e del Ducos du Hauron.

* * *

2. — METODI ESTANAVE, LIPPMANN, L. LUMIERE. — I diversi sistemi sopra indicati per la visione in rilievo, che non descriviamo perchè già abbastanza noti, richiedono che si pon-

gano dinnanzi agli occhi degli occhiali speciali od altri apparecchi ottici, che impacciano l'osservatore e lo legano ad un punto fisso, quindi questi sistemi non s'avvicinano ancora alla grande soluzione alla quale tende la stereoscopia e cioè alla visione diretta in rilievo di un'immagine fotografica senza interposizione di apparecchi.

I due metodi più recenti e noti che tendono a questo risultato e che segnano un gran passo su questa via, sono il metodo del Dottor Estanave, ed il metodo del Prof. Lippmann.

Il Dottor Estanave, segretario della Facoltà di Scienze di Marsiglia, ha ripreso l'idea attuata in parte dal Berthier e dall'americano Ives ed ha ottenuto risultati bellissimi. Per questi interessanti studi l'Accademia delle Scienze di Parigi ha concesso all'Estanave il suo valido incoraggiamento.

L' Estanave immaginò uno stereogramma rigato, cioè un sistema formato da una lastra di vetro la cui faccia anteriore porta una rigatura sottile che la divide in una serie di striscioline alternativamente trasparenti ed opache.

Questa lastra « autostereoscopica » ha una grossezza calcolata e corrispondente alla detta rigatura e le righe, quaranta circa per centimetro, vengono tracciate con vari mezzi, fotografici, meccanici, ecc.

La faccia posteriore della lastra è ricoperta da uno strato sensibile di gelatina, appositamente preparata onde poter ottenere facilmente l'inversione dell'immagine. Tale lastra viene collocata, colla rigatura sul dinnanzi, entro una macchina fotografica munita di due obbiettivi, simile alle macchine per la presa delle vedute stereoscopiche. La fotografia si eseguisce in modo che le due immagini siano proiettate dai due obbiettivi, sovrapposte nello stesso spazio del reticolato. Con questo sistema dopo un opportuno procedimento si riesce ad avere sulla faccia posteriore della lastra, due immagini stereoscopiche, filiformi, suddivise in striscie alternate e cioè la 1.ª, 3.ª, 5.ª ecc. per un'immagine e la 2.ª, 4.ª, 6.ª, ecc., per l'altra immagine. Guardando allora la lastra per trasparenza, cogli occhi al posto dei due obbiettivi, la rigatura anteriore della lastra permette all'occhio destro di vedere attraverso gli spazi

chiari gli elementi filiformi costituenti una delle immagini della copia stereoscopica, mentre le righe opache nascondono all'occhio stesso gli elementi filiformi appartenenti all'altra immagine. Viceversa avviene per l'occhio sinistro. Si verificano quindi le condizioni necessarie per la visione stereoscopica e la sensazione del rilievo si manifesta netta ed interessante.

Su principio assai diverso si basa il procedimento del Lippmann, Professore alla Sorbona. Riportiamo l'esposizione del Lippmann stesso:

« Ho pensato che se io fossi arrivato a riprodurre un'occhio di coleottero, avrei ottenuto delle immagini stereoscopiche.

« In fatto l'occhio dei coleotteri è composto di un grande numero di piccole faccette; ciascuna di esse riproduce un canto dell'oggetto o del paesaggio che lo colpisce. L'assieme di queste faccette dà la veduta completa.

« Il tutto si riduceva a trovare la preparazione che desse questo risultato.

« Dopo un certo numero di ricerche, io credetti aver risolto il problema preparando una pellicola di collodio sulla quale io distendo uno strato di gelatina sensibile. Codesto strato di gelatina crea una moltitudine di globuli, per essere esatti 25 globuli per millimetro quadrato. Nello strato di collodio, ciascun globulo forma due emisferi: quello che è sul davanti verso l'esterno è di un raggio molto minore dell'altro posto posteriormente, il quale offre una superficie più vasta; il primo agisce come obbiettivo, il secondo riproduce l'immagine; ciascun globulo riproduce la totalità, ma non permette all'occhio dell'osservatore che di percepire la parte colpita dal raggio visivo.

« Ciascun globulo riproduce l'assieme dell'oggetto da fotografare; la parte posteriore molto incurvata non permette di vedere che un canto del panorama, per quanto essa comprenda l'immagine totale. In virtù della facoltà di accomodamento, l'occhio raggruppa tutti codesti piccoli canti di panorama come in una specie di giuoco di pazienza e discerne l'immagine generale. È in questo modo semplice che io ottengo il rilievo ed i cambiamenti di prospettiva.

« Ciascun globulo chiude, per così dire, ermeticamente la propria immagine, di cui nessuna parte può traboccare sul globulo vicino, poichè l'infima particella di collodio annerito che forma la separazione, intercetta la luce. Così l'occhio, in virtù delle sue facoltà di mettere a fuoco, non vede che una sola immagine, ma *sotto tutti i suoi aspetti.* Si può vedere così svolgersi davanti agli occhi tutto un intero paesaggio. È lo stesso come guardare da una finestra della quale i bordi del cliché sarebbero l'inquadratura ».

Oltre a questi due metodi se ne conosce un terzo assai recente: La foto-stereo-sintesi di Louis Lumière, studioso noto nell'ottica applicata come realizzatore di interessanti concezioni.

Questo procedimento consiste nel fotografare il modello molte volte (di solito sei volte) in maniera che ogni posa riproduca ben distintamente solo i particolari che si trovano in un piano del soggetto. Le immagini così ottenute, rese diapositive, sono in seguito poste l'una dinnanzi all'altra ad una distanza stabilita, e la loro sovrapposizione ricostruisce il rilievo del modello.

È questa una invenzione originale dal punto di vista teorico, resa ancor più interessante per l'ingegnosità dei mezzi ottici escogitati per arrivare a realizzarla, ma non crediamo possa apportare grandi vantaggi alla stereoscopia perchè questa non è più una illusione ottica, ma una reale ricostruzione del modello, ricostruzione difficile, dispendiosa e molto ingombrante, non adatta per soggetti in movimento e non attuabile per riproduzioni in grande formato.

Dei due metodi prima descritti per la visione stereoscopica diretta, quello dell'Estanave ha conseguito bellissimi risultati; non si sa invece se il prof. Lippmann abbia portato a buon punto la sua ideazione, interessantissima ma di troppo difficile esecuzione pratica.

Però anche il metodo dell'Estanave (Berthier, Ives) presenta delle gravi difficoltà, così che ben poco conosciuti e diffusi sono questi meravigliosi stereogrammi. Ne abbiamo visti solamente alcuni esemplari esposti all'Esposizione Internazionale di Torino del 1911 ed al Deutsches Museum di Monaco.

Concludendo la fotografia stereoscopica diretta è attualmente rappresentata praticamente solo dagli stereogrammi tipo Estanave che costituiscono un grande progresso malgrado i gravi difetti.

Questi difetti sono:

— Il campo di osservazione ristretto che costringe a cercare cogli occhi il punto giusto per vedere in rilievo l'immagine.

— La difficoltà dell'esecuzione ed il prezzo elevato.

— La mancanza di continuità dell'immagine data dalla rigatura della superficie.

* * *

3. — Metodo L. Gussalli. — Dopo vari tentativi abbiamo esperimentato un nuovo metodo per la visione diretta in rilievo che ci ha dato buoni risultati e che tende ad eliminare in parte i difetti accennati. Il nostro studio ha ottenuto questo risultato:

— Un schermo ottico uniforme senza reticolato che ha la qualità di cambiare varie volte la colorazione di tutta la sua superficie per l'occhio che lo guarda, a seconda che questo occhio si sposta a destra od a sinistra. Questo sfondo viene posto dietro ad un anaglifo trasparente per ottenere la visione in rilievo libera e diretta dell'immagine. —

Conviene ricordare che cosa è una anaglifo.

L'anaglifo (dal greco ANA e GLIFEIN: cesellare sbalzo) ideato dal Ducos du Hauron, è costituito dalle due immagini dello stereoscopio comune, sovrapposte in modo che non si combacino perfettamente, ma che l'una sia posta un po' più a destra od a sinistra dell'altra. L'immagine che corrisponde all'immagine sinistra dello steroscopio è eseguita con colore rosso e l'altra con colore verde: i due colori possono essere invertiti e sostituiti da altri colori.

Quando si osserva l'anaglifo con un paio di occhiali che

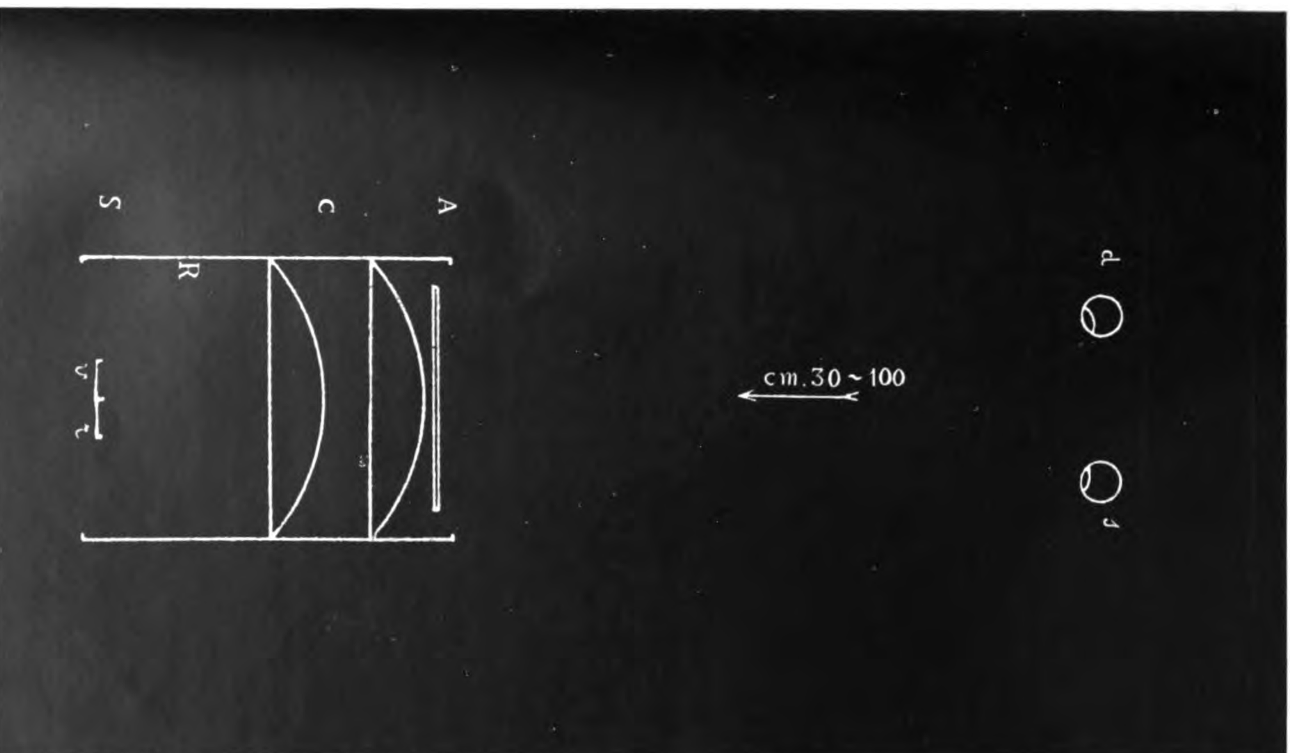


Fig. 8. — Dispositivo per la visione diretta in rilievo (L. Gussalli).

siano muniti di vetri coi colori eguali a quelli delle due immagini, ma disposti al contrario (e cioè nel nostro caso dovrà essere verde l'occhiale di sinistra e rosso quello di destra) le due immagini si trasformano in un'immagine unica che fornirà la sensazione del rilievo come le stereoscopiche. Questo avviene perchè ciascun occhio vede allora l'immagine che ha un colore diverso da quello del vetro che l'intercetta, e per conseguenza ogni occhio percepisce la veduta la cui prospettiva si riferisce ad esso e, per la teoria generale dello stereoscopio, ne risulta la sensazione del rilievo.

Gli anaglifi possono essere eseguiti con metodi speciali di disegno (*Stéréoscopie Rationelle* di Louis Stockhammer, ediz. Storck, Parigi) o per mezzo della fotografia al carbone (*La Fotocromatografia*, di L. Sassi, ediz. Hoepli) o per mezzo di altri sistemi grafici quali la fotolitografia, la collografia, ecc.

Riprendiamo la descrizione del nostro metodo per la visione diretta del rilievo.

Abbiamo risolto con buon esito il problema dello sfondo variante col sistema rappresentato dalla fig. 8

In essa viene indicato con *C* un condensatore normale da lampada da proiezione, formato da due lenti piano-convesse del diametro di m/m. 113, di una lunghezza focale di 75 millimetri. Le due lenti vengono disposte colle due faccie convesse rivolte verso l'osservatore *d s*, come si vede dal disegno, invece di essere disposte come di solito colle due faccie convesse verso il centro del condensatore.

In *S* alla distanza di circa m/m. 90 dal centro del condensatore, si trova uno schermo composto di due lastrine rettangolari *r v* di vetro, poste l'una a fianco dell'altra pel lato lungo. La *r* è a sinistra (rispetto all'osservatore in *d s*) ed è di vetro rosso, la *v* a destra ed è di vetro verde. Dietro a questo schermo si pone un vetro smerigliato.

In *A*, quasi a contatto del condensatore, si pone l'anaglifo trasparente. In esso i particolari che corrispondono alla prospettiva dell'occhio destro devono essere di colore verde e quelli che corrispondono alla prospettiva dell'occhio sinistro di colore rosso. L'anaglifo deve essere eseguito con molta ac-

curatezza; i bianchi devono essere perfettamente trasparenti e i tratti rossi e verdi pure trasparenti e dello stesso tono dei colori dello schermo ma meno intensi.

Tutto il sistema ottico è chiuso ai lati da una camera *R*.

L'osservatore guarderà l'anaglifo da *d s*, ad una distanza che può variare dai cm. 30 ai cm. 100.

Supponiamo che guardi da *d* col solo occhio destro tenendo il sinistro chiuso: il condensatore visto da *d* gli si presenta come un grosso disco di vetro colorato per diffusione da una uniforme ed intensa tinta rossa, per effetto dello schermo *r* ingrandito e deformato dal sistema ottico a forte curvatura.

Si noti che questo non è un effetto normale di ingrandimento, perchè lo schermo è al di là del fuoco, ma è un effetto d'ingrandimento di tinta unita, avente la proprietà di non presentare sensibilmente le deformazioni ottiche dello schermo.

Se poi l'occhio si sposta verso sinistra di circa m/m. 65 e cioè assume la posizione *s*, avviene che ad un tratto a circa metà dello spostamento, il condensatore cambia completamente colore e presenta l'aspetto d'un grosso disco di vetro verde, per effetto dello schermo *v*. Siccome *d* dista da *s* di m/m. 65, che è la distanza normale tra gli occhi, l'osservatore può facilmente mettersi coll'occhio destro in *d* e col sinistro in *s*.

Per quanto si è detto l'anaglifo vista da *d* spicca su un fondo rosso e da *s* su un fondo verde. Quando l'anaglifo è visto su fondo rosso, avviene che i tratti rossi dell'anaglifo lasciano passare i raggi di luce rossa provenienti dallo schermo e quindi questi tratti rossi restano invisibili: invece i tratti verdi dell'anaglifo intercettano i raggi rossi dallo schermo e quindi divengono visibili e di colore oscuro. Ne consegue che l'occhio destro in *d* vede solamente la parte dell'anaglifo che rappresenta la prospettiva di destra, perchè, come si è detto, è eseguita in color verde. Viceversa avviene per l'occhio sinistro in *s*, che vede solo la parte dell'anaglifo che rappresenta la prospettiva di sinistra e cioè quella in color rosso.

Per la nota teoria dello stereoscopio l'osservatore ha quindi la visione in rilievo del soggetto riprodotto dall'anaglifo, perchè ogni occhio percepisce la prospettiva che si riferisce ad esso.

L'apparecchio descritto è di facile costruzione, mentre l'esecuzione degli anaglifi presenta qualche difficoltà: si possono usare i diversi metodi dianzi indicati per la preparazione degli anaglifi, tenendo presente che per questo nuovo sistema ottico s'adattano meglio i disegni lineari, ossia a tratti od a punteggio, sul fondo bianco e trasparente, piuttosto che le immagini scure ed a tinte uniformi.

Chi non dispone di un laboratorio adatto può ottenere dei risultati soddisfacenti disegnando gli anaglifi su vetro con vernici ben trasparenti o con gelatine colorate.

L'apparecchio descritto rappresenta già una soddisfacente risoluzione della visione stereoscopica diretta, perchè gli occhi dell'osservatore non sono più obbligati ad un punto fisso determinato da occhiali e non sono sottoposti ad alcun intermedio ottico dinnanzi alla positiva. Presenta però ancora il difetto che l'osservatore è obbligato ad una ristretta zona per poter vedere in rilievo, difetto questo che si riscontra anche nei stereogrammi dell'Estanave.

Il nostro metodo lascia però sperare in un più perfetto risultato sulla via della visione libera ed integrale, perchè il campo visivo può essere amplificato col sistema che segue.

* * *

4. — Per ampliare la zona di visione. — Un' immagine stereoscopica sarà perfetta quando ci darà la sensazione di essere realmente l'oggetto che riproduce. Per avvicinarci a questo bisognerà che tale immagine riveli all'osservatore i diversi aspetti che l'oggetto assume a seconda che l'osservatore si sposta da un lato all'altro.

Non è difficile per mezzo della fotografia, l'ottenere una

positiva unica nella quale si sovrappongano le diverse prospettive che l'oggetto presenta all'obbiettivo, man mano che la macchina fotografica si sposta da un lato all'altro. La difficoltà sta nel fare in modo che l'osservatore veda di tali prospettive solamente quella che corrisponde al punto dal quale esso guarda e non veda le altre, prese dai punti laterali. Questa difficoltà si può risolvere perfezionando il metodo sopra enunciato.

Si può infatti eseguire una positiva trasparente nella quale si sovrappongano tre immagini di un soggetto, ognuna delle quali sia presa spostando la macchina da destra a sinistra di cm. 6,5. La prima verrà eseguita in color verde, la seconda in color violetto e la terza in color aranciato. Otterremo insomma un anaglifo triplo a tre immagini di colori diversi sovrapposte.

Senza entrare nel merito delle teorie dei colori primari discusse con diversi criteri dal Brewster, dal Young ed attualmente, ci appoggiamo senz'altro al sistema del Ducos du Hauron per la percezione dei colori attraverso i diaframmi colorati trasparenti, sistema che insegna praticamente che:

— Da un diaframma VERDE passano i raggi gialli ed azzurri ed i raggi ROSSI sono arrestati.

— Da un diaframma VIOLETTO passano i raggi rossi ed azzurri ed i raggi GIALLI sono arrestati.

— Da un diaframma ARANCIATO passano i raggi gialli e rossi ed i raggi AZZURRI sono arrestati.

Quindi se noi porremo dietro ad un anaglifo triplo trasparente eseguito come abbiamo detto, un fondo semitrasparente color ROSSO, noi vedremo solo l'immagine eseguita in color VERDE e non percepiremo le altre due immagini in color violetto e color aranciato.

Se noi porremo dietro al detto anaglifo un fondo GIALLO, noi vedremo solamente l'immagine eseguita in color VIOLETTO, mentre non saranno visibili le altre due immagini in color verde ed aranciato.

Se infine noi porremo un fondo AZZURRO, vedremo solamente l'immagine eseguita in color ARANCIATO mentre non percepiremo le altre due immagini in color violetto e verde.

Questo ci darebbe la possibilità di vedere volta a volta una sola delle tre immagini dell'anaglifo, ma non basta perchè dobbiamo riportarci alle condizioni necessarie per vedere in rilievo: che cioè ogni occhio dell'osservatore veda solo l'immagine dell'oggetto che corrisponde al punto dal quale si guarda.

A questo si presta il nostro sistema ottico (fig. 8) per la visione in rilievo. Infatti se invece di usare lo schermo *S* di soli due colori, rosso e verde, si usa uno schermo coi tre colori indicati, e cioè il rettangolo a sinistra (rispetto all'osservatore) di vetro ROSSO, il centrale di vetro GIALLO e quello a destra AZZURRO, l'occhio dell'osservatore per quanto si è detto, spostandosi da destra a sinistra, vedrà mutarsi completamente la colorazione del condensatore da rossa a gialla e da gialla ad azzurra per ogni cm. 6,5 circa di tale spostamento.

Quindi se noi porremo l'anaglifo triplo nella posizione *A* della fig. 8, per quanto si è sopra detto sull'azione dei fondi colorati, l'occhio dell'osservatore spostandosi da destra a sinistra vedrà prima solo l'immagine VERDE, poi la VIOLETTA e poi l'ARANCIATA, che è appunto quello che si voleva ottenere perchè appunto secondo questa disposizione sono state prese le tre fotografie del soggetto.

L'osservatore spostando il capo in un senso vedrà due contigue di queste fotografie, una coll'occhio destro ed una col sinistro, e spostando il capo nell'altro senso vedrà le altre due.

Quindi vedrà sempre il rilievo e in più quando si muoverà vedrà dei nuovi particolari del soggetto, così come se non guardasse un'immagine, ma un soggetto reale, e cioè otterrà la visione stereoscopica diretta, aperta, mutevole.

L'esperimentatore dovrà procedere con cura meticolosa all'esecuzione degli anaglifi, come si è detto, e dovrà attendere alla scelta e preparazione dei colori che si corrispondono, seguendo i metodi e le risorse pratiche usate per la fotografia a colori ed osservando gli insegnamenti della modernissima psico-fisica dei colori (1).

---

(1) Il « Laboratoire de Physiologie des sensations » di Parigi, si è occupato con competenza della scienza psico-fisica.

* * *

5. — Per le grandi riproduzioni. — Affinchè le riproduzioni stereoscopiche possano essere utilizzate praticamente come quadri da parete, come decorazioni d'ambiente od anche come decorazioni sceniche, esse non devono essere ingombranti e cioè, non devono presentare uno spessore molto superiore a quello dei soliti dipinti.

Il sistema per la visione in rilievo, come raffigurato dalla fig. 8, è ingombrante, ma può essere ridotto alle dimensioni pratiche di un dipinto su legno, con un artificio che richiama per analogia la snellezza delle lenti Fresnel rispetto alle lenti piene dei proiettori.

Si procede col sostituire al condensatore unico, che per diametri superiori ai venti centimetri diviene assai ingombrante (fig. 9), un condensatore formato da una serie di piccolissimi condensatori contigui, eguali fra loro, rappresentati dalla fig. 10 ad 1/3 della grandezza naturale.

La lettera *C* della figura indica la sezione traversale di tale serie; si osservi però che non si tratta della sezione di lenti sferiche, come nella fig. 8, ma che in questo sistema ogni elemento *n* (fig. 10) è costituito da una verghetta di vetro di lunghezza eguale all'altezza dell'anaglifo ed avente la sezione rappresentata dalla figura: ogni elemento *n* è quindi una lente cilindrica a forte curvatura. A seconda del risultato che si vuol ottenere, possono essere opportunamente modificate le dimensioni delle verghette: possono convenire più strette e più numerose.

Lo schermo *S* è formato da molte strisce trasparenti accostate: questa serie di strisce è suddivisa in molti elementi ognuno di tre strisce contigue, una azzurra, una gialla ed una rossa.

Un elemento convergente *n* ed un elemento di tre strisce dello schermo formano un elemento completo eguale per funzione al nostro sistema prima descritto.

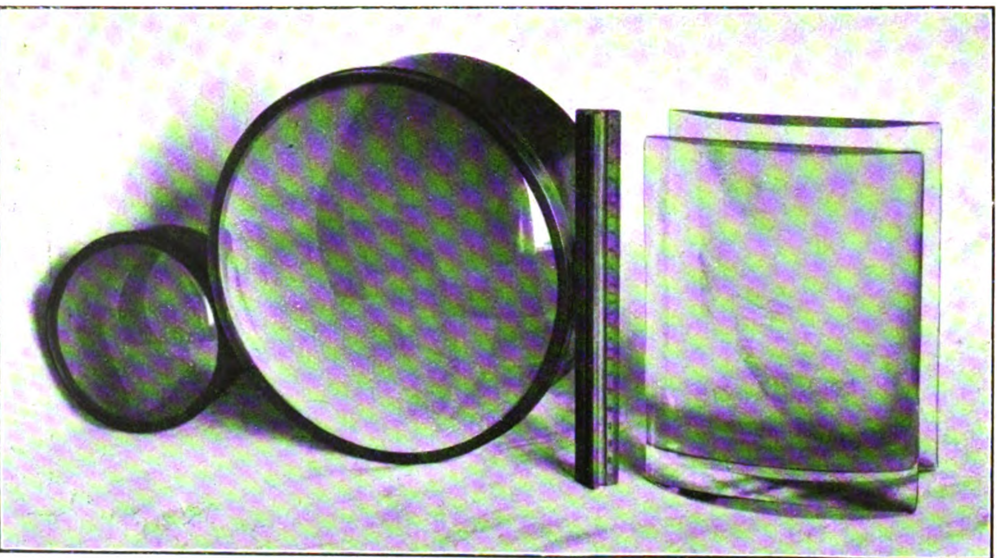


Fig. 9. — SISTEMI OTTICI USATI PER LE NOSTRE ESPERIENZE:
Si osservi che per diametri superiori ai cm. 20 questi sistemi divengono assai ingombranti.



Fig. 10. — STEREOSCOPIA DIRETTA: per le grandi riproduzioni.

È evidente che gli assi ottici principali di tali elementi non devono essere paralleli fra loro, ma che devono convergere nella zona dalla quale deve essere osservata l'immagine.

Sarebbe quindi opportuno che la serie dei condensatori formasse una superficie concava rispetto all'osservatore, ma questo dispositivo non è indispensabile e vi si può supplire col disporre gli elementi laterali dello schermo sugli assi secondarii che per ogni elemento convergente corrispondono alla posizione dell'osservatore, col vantaggio di conservare piana la superficie totale del sistema.

L'anaglifo trasparente viene posto nella posizione *A* ed osservato da *d s*.

L'effetto ottico di questo sistema è in tutto simile all'effetto ottenuto col sistema rappresentato dalla fig. 8, perchè le congiunzioni tra gli elementi del condensatore non si vedono, se l'esecuzione è accurata: quindi il condensatore completo presenta all'osservatore una superficie di colore uniforme, colore che si cambia a seconda della posizione dell'occhio dell'osservatore, producendo l'effetto della visione in rilievo dell'anaglifo, nel modo già descritto.

Questo ultimo sistema raggiunge però lo scopo di poter essere eseguito anche per gli anaglifi di grandi dimensioni senza superare lo spessore di una tavola normale e senza essere troppo pesante, requisiti indispensabili perchè sia possibile l'utilizzazione pratica.

Riteniamo sia più facile ottenere un risultato pratico con questo sistema che con quello del Lippmann perchè, mentre nel metodo Lippmann bisogna ottenere che ogni piccolo elemento sia una perfetta camera oscura che riproduca una vera e perfetta immagine estremamente piccola, nel nostro metodo ci si limita ad usare delle strisce colorate, opportunamente disposte e dei condensatori di vetro comune.

Inoltre questo apparecchio presenta il vantaggio evidente dell'indipendenza dello schermo ottico dalla diapositiva, e cioè la possibilità di cambiare senza fatica e senza forte spesa una serie di immagini, sempre utilizzando lo stesso schermo ottico, cosa impossibile coi metodi Estanave, Lippmann, ecc.

Per queste diverse qualità riteniamo che questo sistema sia il più adatto all'esecuzione di grandi riproduzioni stereoscopiche e che quindi possa aspirare ad interessantissime applicazioni pratiche.

La soluzione perfetta, ideale, potrà col tempo essere raggiunta quando, per gli insegnamenti della psico-fisica dei colori, scienza che molto promette, forniti di un corredo di profonde e più sicure nozioni sulle emanazioni delle luci colorate di diversi sorgenti e sulle sensazioni che producono, si potrà giungere a sostituire lo schermo dianzi descritto, rosso, giallo ed azzurro, che costituisce una delle più semplici scale di colori, con uno schermo formato da una vasta scala di colori od apparenze di luci colorate di varia natura, schermo che dovrà agire su d'un anaglifo non più triplo, ma formato da una studiata sfumatura di colori, preso spostando la macchina fotografica ad obiettivo aperto. Di questa sfumatura l'osservatore percepirà solo la gradazione che arresterà la corrispondente gradazione dello schermo e non le altre: quindi percepirà la sola prospettiva che corrisponde al punto dal quale guarda.

Allora tale stereoscopia perfetta darà la visione in rilievo, con passaggi di tinte quasi insensibili, da un amplissimo campo di osservazione, e l'illusione delle immagini nello spazio sembrerà pari alla visione reale della natura.

BOMBE DA FUCILE

Bombe da fucile

1. — BOMBE DA FUCILE CON TUBO DI LANCIO O CON GOVERNALE. — Durante la guerra, eserciti di nazioni alleate ed avversarie hanno fatto più largo uso delle bombe da fucile di quello che non si sia fatto da noi. Si è saputo di grandi reparti equipaggiati pel lancio delle bombe da fucile e di azioni risolte da tale arma.

Effettivamente questo sistema per colpire il nemico riparato dietro ostacoli, presenta vantaggi indiscutibili sugli altri sistemi di lancio delle bombe: precipuo quello di utilizzare pel lancio il fucile che ogni soldato porta già con sè. Quindi offre un vantaggio economico, perchè sostituisce col fucile l'apparecchio lanciabombe che, per quanto semplice, rappresenta una forte spesa di dotazione; ed un vantaggio pratico perchè non aumenta l' ingombro ed il peso del corredo che già grava il soldato.

Le bombe da fucile usate durante la guerra non hanno presentate queste qualità: pare invece che le più note avessero dei difetti opposti.

Infatti se passiamo all'esame di tali bombe, le possiamo dividere in due categorie a seconda che esse richiedono per il lancio o un tubo di lancio d'applicarsi alla bocca del fucile od un governale fissato alla base della bomba, che s'introduce nella canna del fucile.

Per le bombe della prima categoria è necessario un tubo di lancio in acciaio, discretamente pesante ed ingombrante, lungo

anche più di m/m. 250, e con un diametro di circa m/m. 50. Questo tubo si innesta all'estremità della canna del fucile, la bomba viene introdotta in questo tubo ed il fucile viene caricato con una cartuccia a pallottola.

Quando si fa partire il colpo, la bomba viene proiettata dalla pressione residua dei gaz che si espandono nel tubo e dall'urto che la pallottola produce nel passare dall'apposito foro assiale della bomba.

Non consegue che è necessario un tubo robusto, eseguito con accuratezza e che deve essere ben conservato dal soldato, perchè delle ammaccature o delle imperfezioni nel tubo potrebbero essere causa di gravi incidenti. Quindi questo sistema per il prezzo, per la sicurezza e per il peso aggiunto al corredo del soldato, non è più conveniente dei sistemi di bombe con apposito tubo di lancio.

Appartengono a questa categoria: la bomba da fucile italiana Bertone, con tubo di lancio cilindrico; la bomba Viven-Bessière francese con tubo di lancio cilindrico-conico; ed altre bombe di altre nazioni.

Le bombe della seconda categoria non sono certamente meno ingombranti, perchè portano infisso alla base un governale, e cioè una bacchetta metallica lunga quanto la canna del fucile. Questo governale viene infilato nella bocca del fucile e l'arma viene caricata con una cartuccia speciale senza pallottola.

Il soldato che deve portare diverse di queste bombe colle relative bacchette, rimane certamente più impacciato che se portasse un piccolo lanciabombe apposito.

Appartengono a questa seconda categoria: la bomba da fucile italiana Benaglia, con governale ed alette di direzione; la bomba da fucile inglese N. 5 con governale; le bombe austriache tipo Universale e tipo a segmenti esterni, con governale; e delle altre simili usate dall'esercito tedesco.

All'ingombro ed al peso, che sono difetti gravissimi per una bomba che deve essere portata dal soldato, si aggiunge il pericolo creato dal fatto che queste due categorie di bombe utilizzano entrambe la pressione dei gaz nella canna del fucile.

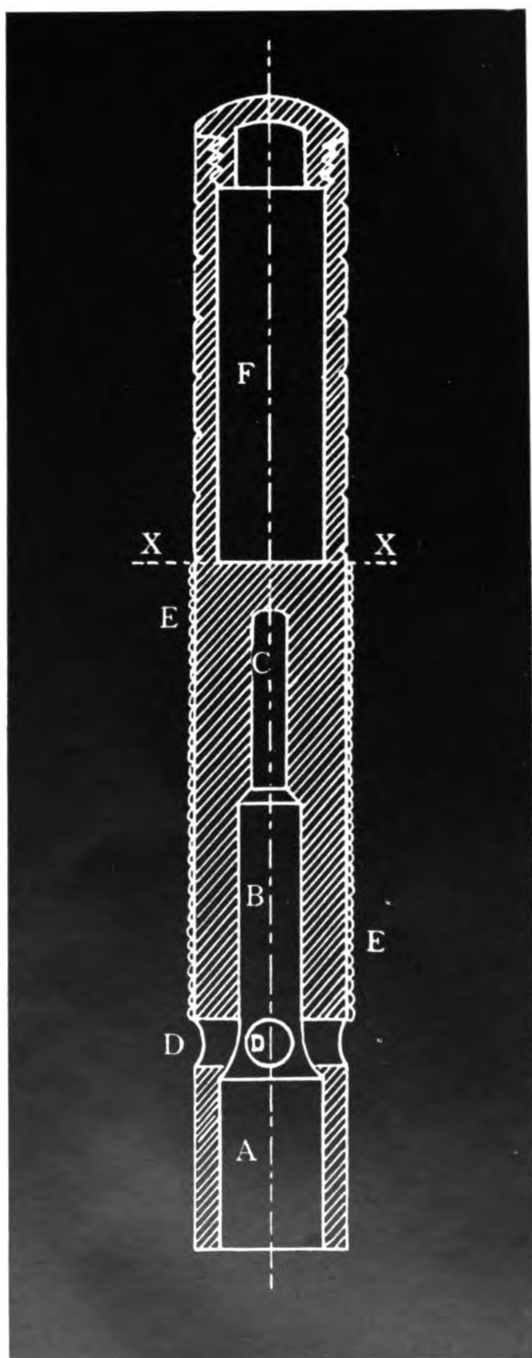


Fig. 11. — Sezione della bomba da fucile " per cartucciera "
(con involucro cilindrico).

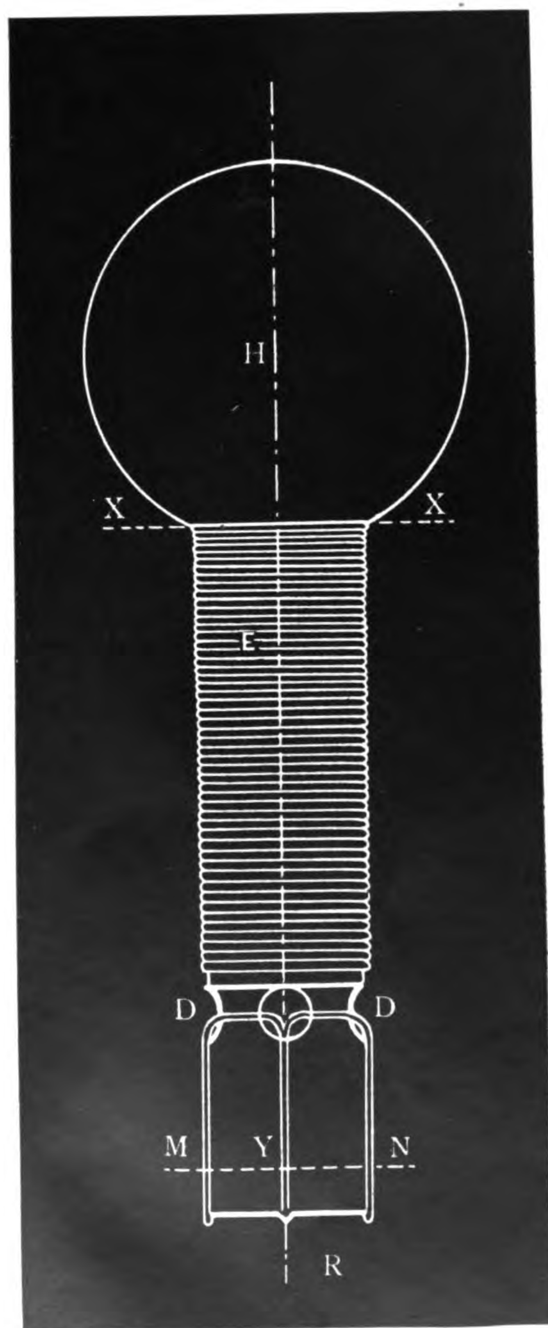


Fig. 12. — Prospetto della bomba da fucile (con involucro sferico).

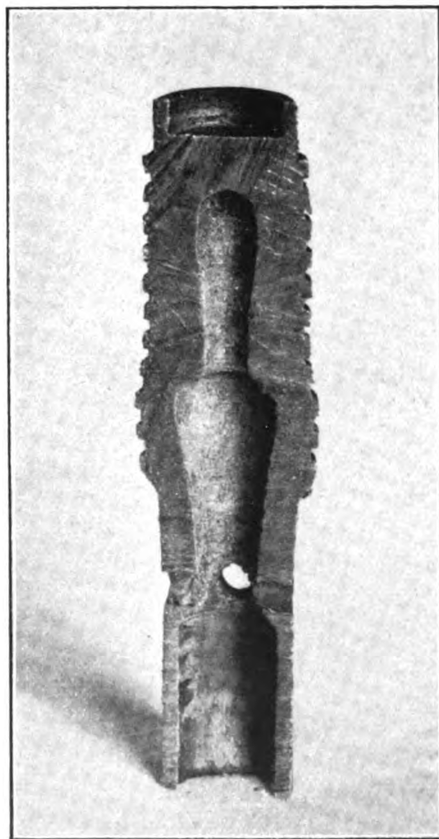


Fig. 13. — Fotografia (grandezza naturale) della bomba sezionata dopo essere stata lanciata: si osservi la regolare dilatazione delle camere B e C.

Ora, quando questa pressione agisce su una pallottola da fucile di pochi grammi di peso, non deteriora la canna che è calcolata per questo scopo; quando dovrà invece agire su di una bomba del peso di 500 e più grammi, non deteriorerà la canna se l'apparecchio aggiunto sarà ben concepito, ben costruito e ben conservato, ma recherà grave danno se per malaugurato caso il tubo od il governale non saranno perfetti.

Si riscontra inoltre un forte riscaldamento della canna del fucile, che consiglia a non sparare molti colpi consecutivi.

* * *

2. — Bomba da fucile: per cartucciera. — Per queste considerazioni ci è parso opportuno lo studio di un tipo di bomba da fucile che non richiede per il lancio nè il tubo aggiunto nè il governale, e che nel modo più assoluto elimina qualsiasi pericolo di danno o sovrappressione nella canna del fucile.

Dopo varie esperienze abbiamo eseguito un tipo di bomba che risponde a questi concetti, e che sottoposta a serie prove di tiro ha dato risultati molto soddisfacenti.

A differenza delle bombe dianzi accennate, che approfittano tutte più o meno della pressione dei gaz, il nostro sistema utilizza esclusivamente la forza viva immagazzinata dalla pallottola del fucile, quando esce dalla canna.

La fig. 11 rappresenta la sezione di questa bomba da fucile, per cartucciera (sistema L. Gussalli) pel fucile Modello 91. Si lancia con cartucce regolamentari a pallottola e si ottiene una gittata di circa m. 130 con l'arma inclinata a 45°.

Descriviamo solamente le parti della bomba che caratterizzano l'apparecchio pel lancio, che è quanto appunto ci interessa, perchè la parte esplodente è di competenza dell'Autorità Militare.

L'apparecchio pel lancio serve anche per scopi non bellici, come ad esempio per il tiro al piattello.

L'apparecchio (fig. 11-12) consiste in un tubo di sezioni decrescenti, chiuso all'estremità di calibro minore, e pieno di grasso consistente o di altra sostanza malleabile; la bomba si trova in testa alla parte chiusa del tubo.

L'estremità aperta del tubo si innesta sulla bocca dell'arma da fuoco. Ne consegue che allo sparo la pallottola lanciata dall'arma imbocca il tubo, viene frenata dalla sostanza contenuta e trasmette la massima parte della sua forza viva all'apparecchio che viene così lanciato nella direzione della canna. Il tubo ha la funzione inversa di un freno idraulico.

Serve per il lancio di bombe da trincea, di petardi o di bersagli per le esercitazioni di tiro al volo.

Le lettere delle figure indicano:

— *A*: Camera cilindrica nella quale s'introduce la bocca del fucile con lieve agio.

— *B*, *C*: Capacità riempita di grasso (del tipo grasso giallo consistente) suddivisa in due camere: nella prima *B* di diametro superiore a quello della pallottola, la pallottola esercita un'alta pressione sul grasso, perde velocità e cede parte della forza viva al tubo; nella seconda camera *C*, di diametro minore, per le medesime cause aumentate dalla minor sezione la pallottola viene arrestata.

— *D*: Quattro aperture circolari di m/m. 6 di diametro, che permettono per la loro ampiezza, lo scarico completo dei gaz del fucile senza pericolo di sovrappressione nella canna.

— *E* (fig. 11-12): Avvolgimento completo a spirale in filo di ferro, allo scopo di concedere la deformazione del tubo sotto l'azione dell'altissima pressione. Dopo lo sparo si verifica una regolare dilatazione delle camere *B* e *C*, dilatazione chiaramente visibile nella fotografia (fig. 13) del tubo sezionato dopo essere stato lanciato.

— *F*: Cavità che contiene l'esplosivo, ricavata nel modello della fig. 11 con trapanamento della stessa barra che costituisce l'apparecchio pel lancio. Le pareti all'esterno sono incise da solcature circolari costituenti sezioni di rottura.

È evidente la praticità di queste bombe: non occorre nessun tubo di lancio nè vi sono governali; il soldato ne può

portare un buon numero in una cartucciera e le può lanciare coll'aiuto del solo fucile.

Questo, come si è visto, non è possibile colle bombe da fucile che si usarono durante la guerra.

Ma sopratutto richiamiamo l'attenzione sul giusto concetto sul quale si basa il sistema: la sola pallottola agisce e trasmette l'impulso alla bomba, senza che menomamente si modifichi la pressione dei gaz nella canna, pressione che agisce così come è stata calcolata per la proiezione della pallottola del fucile.

Questo costituisce una reale sicurezza, certamente molto apprezzata dalle persone che devono affettuare il lancio.

Numerose esperienze e numerose prove di tiro ci hanno confermate queste qualità e la regolarità del tiro.

L'AUTOMOBILE IPPICO NELLO SPORT

L'automobile ippico nello sport

Il cavallo in bicicletta, che se ne va pedalando per le vie coll'agilità di un buon fattorino telegrafico, probabilmente non lo vedremo mai, ma potremo forse assistere alla nascita di qualche apparecchio, che il cavallo potrà montare per essere poi montato dall'uomo, per lo sport, per la pista, per il grande pubblico che vuole il nuovo.

L'uomo ha spianato i terreni e costrutte lunghe strade. Su queste il semplice movimento alternato degli arti rappresenta grande sciupio di forza, come per un motore che lavori con un troppo leggero carico. Allora ha creati gli intermediarii: la ruota e la moltiplica, cioè una gran macchina: la bicicletta.

Il cavallo è invece rimasto al sistema primitivo di translazione datogli dalla natura. Per tal fatto possiamo completamente utilizzarne l'energia nel tiro di carichi pesanti al passo, ma troviamo che la sua velocità e resistenza al trotto e al galoppo divengono insufficienti alle esigenze della velocità e dello sport moderni.

Eppure sappiamo che il cavallo in proporzione di peso è più forte e resistente dell'uomo: si ottenne con esperienze al dinamometro, da due forti cavalli un breve sforzo complessivo superiore a quello di cinquanta uomini. Potremmo quindi assistere a delle meravigliose *performances* se ci fosse dato costrurre un'apparecchio che stesse al cavallo come la bicicletta sta all'uomo, e riviste e giornali hanno spesso descritto degli apparecchi ideati a questo scopo senza darne notizie chiare ed attendibili.

Le fig. 14-15 sono delle fotografie di un apparecchio che abbiamo fatto costruire per iniziare delle esperienze del genere.

Il cavallo cammina nel veicolo senza toccare terra, poggiando gli zoccoli su una via senza fine inclinata (tapis-roulant) che gli scorre sotto e che passa su due rulli determinandone il movimento. Il rullo anteriore è collegato per mezzo di una copia d'ingranaggi alle ruote anteriori che sono le motrici del veicolo.

L' apparecchio ha l'aspetto d'un chassis d'automobile con quattro ruote pneumatiche, differenziando in questo: che le due posteriori servono per la direzione e sono comandate da un volante d'automobile. Un cambio speciale a due velocità facilita la partenza.

Il cavallo è fortemente assicurato all'intelaiatura.

Una via senza fine, anche se ben costrutta, potrebbe opporre breve resistenza alla tempesta di colpi che derivano dal trotto di un cavallo; ma niente è da temersi in questa costruzione perchè il cavallo non vi deve nè trottare, nè galoppare, cosa che gli riuscirebbe anche impossibile per la pendenza del piano e per la resistenza della moltiplica; ma deve solo camminare tranquillamente, anzi silenziosamente poichè ha gli zoccoli forniti di gomme speciali ammorzatrici.

Sotto tal forma si può ricavare tutta l'energia del cavallo col massimo rendimento; e colla moltiplica appropriata al peso dell'apparecchio ed alle resistenze ottenere la velocità massima possibile data la forza del cavallo.

Il cavallo può essere utilizzato più a lungo del normale, perchè non è obbligato a trottare.

È stata usata, come posizione di migliore rendimento, l'inclinazione della linea del piano all'orizzontale di 14° ed ammessa una velocità lineare del piano di metri 1 - 1.10 al secondo.

L'apparecchio rappresentato dalle figure disperde gran parte della forza disponibile nella via senza fine e nelle trasmissioni, per molti difetti di costruzione che si potranno eliminare; malgrado queste imperfezioni, alle prove su pista l'apparecchio potè superare la velocità di un cavallo al trotto,

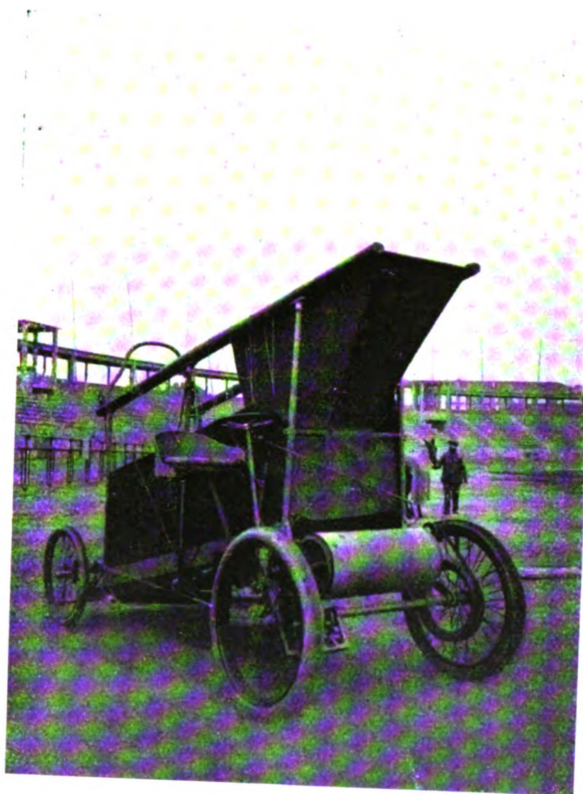


Fig. 14. — L'automobile ippico
(parte anteriore: sterzo, sedile del guidatore, cambio, ruote motrici).



Fig. 15. — L'Automobile ippico
(parte posteriore: via senza fine inclinata).

senza che il cavallo che lo montava si ribellasse alla sua funzione.

Vennero provati dei cavalli docili, senza però che vi fosse il bisogno di addestramento speciale: avevamo previsto questo soddisfacente risultato basandoci sul fatto che da tempo è praticamente usato il maneggio americano Emmery (maneggio a piano inclinato) senza che si incontrino difficoltà speciali per abituare i cavalli all'impressione dello speciale movimento.

Questo maneggio, come si sa, è un meccanismo assai simile al descritto, ma non è destinato alla circolazione: è fisso a terra, il cavallo cammina sul piano inclinato che scorre sotto ed il moto è trasmesso a trebbiatrici o ad altre macchine agresti.

Questo maneggio dimostra praticamente che un cavallo di carattere tranquillo sa camminare su una via senza fine, con un buon rendimento (effetto utile del sistema 0.80) senza il bisogno di addestramento speciale da circo equestre.

L'imprimere un moto di translazione al maneggio, non ci mette in rapporti ostili col cavallo; e questo infatti hanno confermato le nostre esperienze.

Naturalmente per lo sport, per la pista, per gli spettacoli d'America, si dovrebbero mettere in gara diversi di questi apparecchi capaci di raggiungere velocità superiori a quella da noi ottenuta alle prime esperienze.

Questo è possibile e ce lo può assicurare un facile raffronto: sappiamo che un cavallo applicato ad un maneggio sviluppa il lavoro di otto uomini; otto ciclisti (uomo e macchina) riuniti in un unico meccanismo peserebbero circa Kg. 700 e potrebbero sviluppare una velocità superiore a quella di uno solo. Il nostro apparecchio, con guidatore a cavallo pesa all'incirca 700 Kg. ed è dotato della stessa forza degli otto ciclisti riuniti; quindi, ammettendo in un'apparecchio perfezionato resistenze ed attriti minimi dobbiamo attenderci in velocità risultati eguali o migliori di quelli dati dalla bicicletta.

Questo per un cavallo normale, ma non dimentichiamo che

un buon cavallo, ben scelto ed allenato, può anche sviluppare il lavoro di venticinque uomini, quindi possiamo attendere fiduciosi la rivelazione di qualche grande campione equino a velocità da record.

Vedremo allora sulle piste il cavallo a cento all'ora, dietro grosse automobili allenatrici.

Questo sport sarà certamente interessante.
